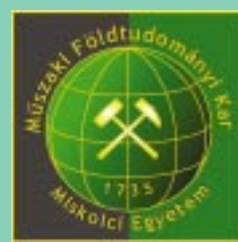


BÁNYÁSZATI  
ÉS KOHÁSZATI LAPOK



# BÁNYÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA  
ALAPÍTOTTA PÉCH ANTAL 1868-BAN



A tartalomról:

A Fenntartható Természeti Erőforrás Gazdálkodás  
Kiválósági Központ kutatás-fejlesztési eredményei  
TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001

Bányásznap 2012

2012/5. szám

145.  
évfolyam

A BKL Bányászat 2011. évi nívódíja .....	12
2012. évi Bányásznapi ünnepségek .....	59
Egyesületi ügyek .....	65
Köszöntjük Tagtársainkat születésnapjukon .....	68
Hazai hírek .....	6, 32, 37, 45, 51, 71, 80
Külföldi hírek .....	20, 41, 55, 58, 73, BIII
Gyászjelentés .....	74
Szabó László .....	74
Mikus István .....	75
Veszprémi József .....	76
Gergő György .....	76
Dr. Juhász András .....	77
Jenet Mihály .....	78
Kozma Lajos .....	79
Bolyky Zoltán .....	79
Dr. Trethon Ferenc .....	80

A BKL lapszámok az OMBKE honlapján – [www.ombkenet.hu](http://www.ombkenet.hu) – elérhetőek.

Megjelenik 2012. november 30.

## Külföldi hírek

### Indonézia bányászatáról

Indonézia területén 17 500 sziget található, az ország lakosainak száma 237,4 millió fő, mellyel a világon a negyedik helyet foglalja el. Az ország gazdasági életében a bányászat nagyon fontos szerepet tölt be.

Szerencsések a geológiai képződmények területén is, mert vannak olyan ún. ércövek a szigeteiken, amelyekben értékes telepek találhatók. Ilyen pl. Pápua központjában a réz, arany és ezüst, míg Sunda Banda arany-, nikkel-, ón-, réz- és hatalmas mennyiségű szénkészlettel rendelkezik.

Az energetikai szén termelése – mind külfejtéses üzem – eléri a 390 Mt/éves mennyiséget, melynek nagy részét Kínába és Indiába exportálják (2011-ben 120 USD/t értékben). Délkelet-Ázsiában ezért Indonéziát az „Energetikai Szén Királynak” nevezik. A szénbányászatuk irányítása, fejlesztése nagy multinacionális cégek (BHP Billiton, GE) kezében van. A koczsolható szén termelésük 2011-ben 5 Mt volt, amelyet Borneo szigeten, a Kalimantan régióban nyertek ki.

**Réz és arany:** Pápua területén a Grasberg és a Freeport bányáüzemek éves szinten 0,5 Mt fémrezt és 31 t aranyat termelnek, Purnama szigeten a Martaba bányáüzem nagy ezüstkészlettel rendelkezik, és a beruházások befejeztével 55-85 t/év mennyiséget fognak termelni.

A **nikkelbányászatuk** a brazil Vale vállalat kezében van. A bányáüzemek a Kabaena, Halmahera, Sorowako, Sulawesi régiókban (szigetek) vannak. Éves termelésük 3,8 Mt nikkel érc, melyből havonta 72 000 tonnát exportálnak Japánba.

Az **ón- és cinkbányászat** Szumátra északi részén található, a feltárt készletük nagy és jó minőségű (25%). 2014-re elérik az 1 Mt/év érctermelést, amelyből 200 000 t/év cink- és 150 000 t/év ónkoncentrátumot fognak kinyerni. Az ipar igénye mindkét fémre óriási (akkumulátorok), ezért bányászatuk jövője biztos.

Általánosságban elmondható, hogy Indonézia bányászata

még kezdeti állapotban van, de értékes fémérc-, valamint szénkészleteinek bányászatát, az ércet feldolgozását a kormány fontos feladatának tekinti, és igyekszik mindenben támogatni. *Engineering and Mining Journal 2012. július*

Bogdán Kálmán

### Beruházások Ausztráliában

Ausztráliában az Xstrata vállalat bejelentette, hogy 2016-ig növelni fogja a Queensland-i rézbányáinak, ércelőkészítő műveinek, valamint a Mount Isa-i rézkohójának és a Townsville-i rézfinomítójának kapacitását.

Ebben a programban szerepel a Mount Isa-i ólomkohó, valamint a Townsville-i kikötő kapacitásának növelése, valamint a vasúti szállítás és az összes infrastruktúra korszerűsítése is.

A cink-, ólom- és a rézércutatóra, a Mount Isa-i mélyművelés és külfejtés bányákra 1,149 Mrd ausztrál dollárt fordít az Xstrata.

*Engineering and Mining Journal 2011. június*

Bogdán Kálmán

### Lassul a kínai gazdaság?

A kínai gazdaság lassuló növekedése miatt a szénárak és eladási mennyiségek csökkenésére számítanak a szénkitermelők és -kereskedők. Ezt ellensúlyozandó, a Coaltrans szakmai rendezvényszervező konferenciát szervez az ázsiai térség termelői – elsősorban Ausztrália és Indonézia – és reménybeli vevői számára, különös figyelemmel a Kambodzsa, Laosz, Malajzia, Mianmar, Fülöp-szigetek, Thaiföld és Vietnam területén jelentkező növekvő igényekre.

*Asia Miner hírlevél 2012. 09. 24.*

PT

A Kar törekvései a javasolt Tudásközpont létrehozására már a Miskolci Egyetemnek a „Kutatóegyetem” cím elnyerésére 2009-ben összeállított és benyújtott pályázatában is egyik kiemelt és fejlesztendő területként rögzítésre kerültek. A megvalósítás folyamatában meghatározó jelentőségű a kutatóegyetemi cím elnyerését támogató, 2011-ben benyújtott, sikeres egyetemi TÁMOP pályázat, amelynek összeállításában a Műszaki Anyagtudományi Kar és a Műszaki Földtudományi Kar meghatározó szerepet vállalt.

„A felsőoktatás minőségének javítása kiválósági központok fejlesztésére alapozva a Miskolci Egyetem stratégiai kutatási területein” című pályázat a **Társadalmi Megújulás Operatív Program (TÁMOP)** keretében **több mint 2 milliárd forint támogatást** nyert el. (TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 számú projekt, az Európai Unió és az Európai Szociális Alap segítségével).

Ennek a projektnek alapvető célja a Miskolci Egyetem vonzerejének növelése a kiválóságon és a minőség javításán keresztül, az alábbi négy stratégiai cél elérésével: *a szellemi potenciál növelése; a kutatási infrastruktúra fejlesztése; a stratégiai kutatási területek minőségi javítása; illetve az intézményi kapcsolatrendszer jelentős bővítése.*

A gyakorlatban ez a gazdaság és a társadalom szempontjából *kiemelt fontosságú stratégiai kutatási területeken létrehozott kiválósági központokon keresztül* valósul meg, melyekben *nemzetközi színvonalú tudományos műhelyekben folyik a kutató munka.* A központok építenek az egyetem tudásbázisára, karainak szinergiájára és az interdiszciplinaritásra, valamint a régió kulcsszereplőivel való partnerségre. Megteremtik a feltételeket a *fiatal kutatók helyben tartására és régióbeli letelepítésére*, megalapozva mindezzel a Miskolci Egyetem tudományos teljesítményének számottevő növekedését. A projekt keretében négy kiválósági központ (KK) jött létre és működik:

1. **Fenntartható Természeti Erőforrás-gazdálkodás Kiválósági Központ**
2. **Alkalmazott Anyagtudomány és Nanotechnológia Kiválósági Központ**
3. **Mechatronikai és Logisztikai Kiválósági Központ**
4. **Innovációs Gépészeti Tervezés és Technológiák Kiválósági Központ**

A **Fenntartható Természeti Erőforrás Gazdálkodás Kiválósági Központ** keretében, melynek vezetője *prof. dr. Lakatos István* akadémikus, három Tudományos Műhely (TM) szerveződött:

- **Környezet és Fenntartható Természeti Erőforrás-gazdálkodás TM**  
(szakmai vezető: *dr. Bóhm József*)
- **Energiagazdálkodás TM**  
(szakmai vezető: *prof. dr. Tihanyi László*)
- **Geoinformáció-feldolgozás TM**  
(szakmai vezető: *prof. dr. Dobróka Mihály*)

A **Környezet és Fenntartható Természeti Erőforrás-gazdálkodás TM-en** belül K+F műhelyek alakultak ki:

- **Nyersanyaggazdálkodás** (vezető: *prof. dr. Csőke Barnabás*)
- **Vízkészlet gazdálkodás** (vezető: *prof. dr. Szűcs Péter*)
- **Hulladékgazdálkodás** (vezető: *dr. Madarász Tamás*)
- **Jogi vonatkozások** (vezető: *dr. Csák Csilla*)

A TÁMOP támogatásával *jelentősen megerősödött az alapkutatás, az innovációs fejlesztési tevékenység, megnőtt a publikációs, konferencia részvételi lehetőség.* Külön kiemelés érdemel, hogy a projekt támogatásával számos fiatal kutató, doktorjelölt, hallgató kapcsolódhatott be a kutató-fejlesztő munkákba, a hazai és nemzetközi kutatási együttműködésekbe. A kutatási témák széleskörű együttműködést igényelnek a projektben résztvevő kollégáktól. Összetett, több tudományterület ismeretét igénylő kutatások (multidiszciplinaritás) nagyban segítik az intézetek, tanszékek együttműködését is. A jelenleg folyó kutatások további projektek összeállítását és a támogatás elnyerését tették lehetővé, így biztosítható a megkezdett munkák folytatása. Kiemelt cél, hogy a Miskolci Egyetem, a Műszaki Földtudományi Kar teljesítse azokat az elvárásokat, amellyel növelheti nemzetközi elismertségét, elnyerheti a „*Kutató Egyetem*”, vagy „*Kutató Kar*” címet. A projekt ahhoz is segítséget jelent, hogy a kar, egyes intézetek *bekapcsolódjanak az EU kutatási programjaiba.*

A következőkben néhány, a **Környezet és Fenntartható Természeti Erőforrás-gazdálkodás** tudományos műhelyben folyó kutatás eredményeit ismertető dolgozat ad áttekintést a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 projekt keretében folyó munkáról.

A szerkesztőség címe:  
**Postacím: Tapolca – Pf. 17 – 8301**

**Felelős szerkesztő:**  
Podányi Tibor  
(tel.: +36-30-2955-718)  
e-mail: [bk1.banyaszat@t-online.hu](mailto:bk1.banyaszat@t-online.hu)

**A szerkesztő bizottság tagjai:**

Bagdy István (szerkesztő)  
dr. Csaba József (olvasó szerkesztő)  
dr. Gagy Pálffy András  
Kovács Béla (szerkesztő)  
Bariczáné Szabó Szilvia  
Bircher Erzsébet  
dr. Bíró József  
dr. Dovrtel Gusztáv  
Erdélyi Attila  
dr. Földessy János  
Győrfi Géza  
dr. Horn János  
Jankovics Bálint  
Kárpáti Erika  
dr. Ladányi Gábor  
Livo László  
Lois László  
Mara Márta-Éva  
dr. Mizser János  
Sóki Imre  
dr. Szabó Imre  
Vajda István  
dr. Vojuczki Péter

**Kiadja:**

Országos Magyar Bányászati  
és Kohászati Egyesület  
1051 Budapest, Október 6. u. 7.  
Számlázási cím: 1027 Budapest, Fő u. 68.  
Telefon/fax: 1-201-7337  
[www.ombkenet.hu](http://www.ombkenet.hu)

**Felelős kiadó:** dr. Nagy Lajos

**Nyomdai előkészítés:**  
Vorákné Szecei Mónika

**Nyomda:**  
Press+Print Nyomda,  
Kiskunlacháza

Belső tájékoztatásra, kereskedelmi  
forgalomba nem kerül

**HU ISSN 0522-3512**

**TARTALOM**

<b>DR. BŐHM JÓZSEF:</b> Előszó – <i>Preface</i> .....	B2
<b>DR. BŐHM JUDIT:</b> A bányászat környezetjogi szabályozása .....	3
<i>Mining activities in environmental legislation</i>	
<b>DR. FÖLDESSY JÁNOS, NÉMETH NORBERT, KUPI LÁSZLÓ, GERGES ANITA, IFJ. KASÓ ATTILA, TÓTH SZABOLCS:</b> Rudabánya – egy jelentős színes-fémérc-lelőhely születése felé .....	7
<i>Rudabánya – towards the reconnaissance of a significant base metal occurrence</i>	
<b>FATTLI JÓZSEF, DR. BŐHM JÓZSEF, DR. MUCCI GÁBOR, GOMBKÖTŐ IMRE:</b> A gyöngyöSOROSZI szulfidos ércbánya végleges bezárása hidraulikus tömedékeléssel; a mechanikai eljárás technika szerepe a technológia kifejlesztésében .....	13
<i>Final closure of the sulphide mine at GyöngyöSOROSZI by mechanical processing and hydraulic backfill</i>	
<b>DR. MÁDAI VIKTOR:</b> A gyöngyöSOROSZI flotációs meddőanyag, mint klinker adalékanyag cement-víz keverékre gyakorolt hatásának vizsgálata. ....	21
<i>Examination of exerted effect on cement-water system caused by GyöngyöSOROSZI flotation waste material as clinker additive</i>	
<b>DR. MÁDAI VIKTOR:</b> A gyöngyöSOROSZI flotációs meddő fő elemeinek klinkerképzésben betöltött szerepe .....	25
<i>Role of main elements of GyöngyöSOROSZI flotation waste material in clinker formation</i>	
<b>CSÓKE BARNABÁS:</b> Középkemény kőzetek durva-, közép- és finom-aprítására szolgáló aprítógépek fő méret- és üzemjellemzői ...	33
<i>Main operating features of crushers used in rough, middle and fine crushing of medium hard rocks</i>	
<b>DR. GOMBKÖTŐ IMRE:</b> Száraz nehézkozeges szétválasztás az ásványi és szekunder nyersanyagok előkészítésében .....	38
<i>Separation by dry heavy media at processing of mineral and secondary resources</i>	
<b>RÁCZ ÁDÁM, MUCCI GÁBOR:</b> Ultrafinom őrlmények előállítására keverőmalomban .....	42
<i>Ultrafine ground material production in stirred media mill</i>	
<b>KALICZNÉ PAPP KRISZTINA, DR. GOMBKÖTŐ IMRE:</b> Szélesztályozók optimalizálása – egy kutatási munka első lépései .....	46
<i>Optimization of air separators – first steps</i>	
<b>DR. LADÁNYI GÁBOR:</b> A szén-dioxid csővezetéki szállításához kapcsolódó alapvető energetikai számítások .....	52
<i>Essential calculations of energy requiring for transportation of carbon dioxide in pipeline</i>	
<b>LAJOS SÁNDOR:</b> Hajlított lemezből készült merítékhát helyettesítése síklapokból álló szerkezettel .....	56
<i>Substituting bended bucket back with polygon net</i>	

*Folytatás a BIII oldalon.*



# A bányászat környezetjogi szabályozása

DR. BÓHM JUDIT okl. jogász, okl. környezetmérnök, Miskolci Egyetem



*Az ásványkincsek felhasználása elengedhetetlen mindennapjainkban, azonban helyileg és mennyiségileg korlátozottan fordulnak elő, mely jelentősen befolyásolja az ásványi nyersanyag-kitermelő ipar működését. Az ásványkincsek kutatása, feltárása és kitermelése számos környezeti kockázatot rejt magában. Ennek köszönhetően a környezet védelme elvárásként jelenik meg a bányászat és a hozzá kapcsolódó iparágak vonatkozásában. Hazánk az Európai Unió tagállamaként igazodik a közösség környezetjogi szabályozásához. A bányászati hulladékok kezelésére és a bányászatban dolgozók védelmének jogi követelményeitől eltekintve a bányászatnak, mint tevékenységnek, nincs közvetlen európai uniós szabályozása. Az iparágat érintő környezetvédelmi jogszabályok közül érdemes foglalkozni a környezeti hatásvizsgálattal, az ipari kibocsátások és balesetek, a környezeti felelősség kérdéskörével.*

## A bányászat környezeti kockázatai

Gazdaságunk természeti erőforrások használatára épül. Ez a használat kétirányú, egyrészt termékek előállítására, másrészt kibocsátások elnyelésére irányul. Természeti erőforrások: (1) a nyersanyagok: ásványok, biomassa, biológiai erőforrások, (2) a környezeti elemek: levegő, víz, talaj, (3) a megújuló erőforrások: szél, geotermikus energia, napenergia, (4) és a földterület [1].

Az ásvány – az ásványi nyersanyagkitermelő-iparban keletkező hulladékokra vonatkozó európai közösségi irányelv értelmében – „olyan szerves vagy szervetlen anyagok természetes felhalmozódása a földkéregben, mint például az energetikai nyersanyag, fémérc, ipari ásványok és építési ásványi nyersanyagok”. Ahogy az előbbi fogalom-meghatározás is mutatja, a hasznosítható ásványvagyon kitermelése nem egyszerű feladat, hiszen helyileg és mennyiségileg korlátozottan fordulnak elő; nem megújuló anyagok, melyek eltérő természeti adottságok között termelhetők.

A bányászat az egyik legősibb emberi tevékenységek közé tartozik, ennek ellenére napjainkban sokan félelemmel tekintenek erre az iparágra, hiszen veszélyes környezeti kockázatok rejt magában, így a zaj és vibráció, a por-, a vízszennyezés, a tájképben és a kulturális örökségben okozott változások, és a keletkező hulladékok. Mennyisége miatt a bányászati hulladékok kezelésének problémája kiemelkedik az előbb említett környezeti veszélyek közül. A bányászat a gazdaság számára szükséges nyersanyagok kitermelése mellett olyan anyagok, kísérő kőzetek, meddő kitermelésére is kényszerül, melyre egyébként az adott körülmények között nincs szüksége, így a kitermelés és az előkészítés eredményeként nagy mennyiségű ipari, termelési hulladék keletkezik.

Az előbbiekre tekintettel a bányászat kiemelt figyelmet kap a környezetvédelem jogi szabályozásának szempontjából. Érdemes megvizsgálni tehát az Európai Közösség e területen irányadó jogszabályait. A bányászatra, bányászati tevékenységekre általában nincs közvetlen európai uniós jogi szabályozás, kivételeknek a bányászati hulladékok kezelése és a munkavállalók védel-

me minősül. A bányászat, mint iparág közösségi szintű környezeti szabályozása tekintetében érdemes foglalkozni a környezeti hatásvizsgálattal, az ipari kibocsátások és balesetek, a környezeti felelősség jogi kérdéseivel.

## Környezeti felelősség

A környezeti felelősségről szóló 2004/35/EK irányelv a szennyező fizet elvének érvényesülését szolgálja, mely elv szerint elsősorban a szennyező fél és nem a társadalom köteles helytállni a környezetben okozott károkért [2]. Az irányelv azonban azt is elismeri, hogy a felelősségi szabályok alkalmazása nem minden környezeti károkozás esetén alkalmas eszköz, ugyanis ebben az esetben is fenn kell állnia a felelősség megállapításával kapcsolatos általános feltételeknek, így (1) a károkozó/környezetszennyező személye beazonosítható, (2) a környezeti kár valós és mérhető, (3) a kár és a károkozó tevékenysége között okozati összefüggés áll fenn.

Kár – az irányelv értelmében – a természeti erőforrásokban bekövetkező kedvezőtlen változás, vagy a természeti erőforrás-felhasználás kedvezőtlen romlása lehet. Az irányelv a természeti erőforrások fogalmát az előző pontban ismertetettekhez képest szűkíti annyiban, amennyiben csak a természetes élőhelyeket, védett fajokat, vizet és a földterületet tekinti annak. Ennek eredményeként – jelen irányelv hatálya alatt – a környezeti felelősség, a környezeti kár közvetlen vagy közvetett okozásáért csak az alábbi esetekben merülhet fel:

- vízi környezetben okozott károk, melyekre a vízgazdálkodásra vonatkozó uniós jogszabályok vonatkoznak,
- a vadon élő madarak védelméről szóló irányelv és az élőhelyvédelmi irányelv alapján közösségi szinten védett fajokban és természetes élőhelyekben okozott károk,
- földterület olyan szennyezése, mely az emberi egészség károsodásának közvetlen veszélyével jár.

Az irányelv a környezeti károk megelőzését és felszámolását célozza, és két tevékenységi kört különböztet meg. Első esetben speciális, közösségi jogszabályokkal érintett szektorokban működő létesítmények által okozott környezeti károkról (azok közvetlen veszélyé-

ról) van szó. Ezek olyan szektorok, melyek a környezetre jelentős kockázatot jelentenek. Ebben a körben jelennek meg az ásványi nyersanyag-kitermelő iparban kezelt hulladékokról szóló irányelven keresztül a bányászati hulladékok, továbbá a környezetszennyezés integrált megelőzéséről és szennyezéséről szóló irányelven keresztül egyes bányászati tevékenységek. Védett fajok vagy természetes élőhelyekben okozott károkért vagy azok közvetlen veszélyeztetéséért minden egyéb gazdasági tevékenység esetén is megállapítható a felelősség. Bizonyos esetek mentesülnek a környezeti felelősség alkalmazása alól, mint pl. a fegyveres konfliktus vagy a vis maior. Továbbá nem tartoznak az irányelv hatálya alá az Euratom-szerződés hatálya alá tartozó, honvédelmi és nemzetbiztonsági célokat szolgáló, és bizonyos tételesen felsorolt nemzetközi szerződések hatálya alá tartozó tevékenységek.

A környezeti kár felszámolásának módja attól függ, hogy a kár mely típusáról beszélünk. Védett fajokat és természetes élőhelyeket ért károknál az irányelv a kár bekövetkezése előtti állapot helyreállítását várja el. Talajkárosodás esetén a szennyeződés olyan mértékű megszüntetésére kell törekedni, mely már nem jelent jelentős kockázatot az emberi egészségre.

### Környezeti hatásvizsgálat

Jelentős környezeti hatással járó projektek esetében szükséges a tevékenység engedélyezése előtt a környezeti hatások felmérése és vizsgálata. Ezt a célt szolgálja a 2011/92/EU irányelvben szabályozott környezeti hatásvizsgálat [3]. Vizsgálni kell a projekt közvetlen és közvetett hatásait, így: (1) az emberekre, állatokra és növényvilágra, (2) a talajra, vízre, levegőre és éghajlatra, (3) az anyagi javakra és kulturális örökségre, valamint (4) az előzőek kölcsönhatásaira. A szabályozás célja az elővigyázatosság, a megelőzés és a szennyező fizet elvek érvényesülése.

A hatásvizsgálatra kötelees tevékenységek körét az irányelv két csoportban határozza meg. Az első csoportba tartozó esetekben a tagállamok mérlegelésétől függetlenül kötelező a hatásvizsgálati eljárás lefolytatása. A bányászattal kapcsolatosan a termelési mutatók függvényében hatásvizsgálatnak lehet helye a kőolaj és földgáz kitermelését, kőbányák és külszíni bányák, mélyművelésű bányák megnyitását, továbbá bányászathoz szorosan kapcsolódó tevékenységek pl. CO<sub>2</sub> föld alatti tárolása, fosszilis tüzelőanyagok felszíni tárolása megkezdését megelőzően. A második csoport tevékenységeinél a tagállam jogalkotóinak mérlegelésétől függ a hatásvizsgálat kötelezővé tétele.

A projekt ismertetése során be kell mutatni annak főbb jellemzőit, a projekt tervezett helyét, környezeti hatásait, továbbá a környezeti hatások kezelésével és megszüntetésével kapcsolatos tervezett intézkedéseket. Ismertetni kell az alternatívák közötti mérlegelés főbb szempontjait is. A környezeti hatások és a tervezett beruházás mérlegelése és engedélyezése szigorú nyilvánossági követelmények mellett történhet.

### Ipari kibocsátások

A 2008/1/EK irányelv célja egyes ipari tevékenységből származó környezetszennyezés integrált megelőzése és csökkentése [4]. Integrált megközelítés szerint a levegőbe, vízbe vagy talajba történő kibocsátások egymástól elkülönült kezelése inkább a szennyezés egyik környezeti eleméből a másikba történő átvitelét, mintsem a környezet egészének magas szintű védelmét segíti elő. Arra kell törekedni tehát, hogy az egyes környezeti veszélyforrásokat egységesen, a környezet egészére tekintettel kezeljük. Az irányelv ugyan közvetlenül nem vonatkozik az ásványi nyersanyagok bányászatára, azonban alkalmazni kell számos termelési láncban később elhelyezkedő iparágra (pl.: ásványi anyagok olvasztása, kerámia-termékek gyártása, cementklinker előállítás).

Legfőbb követelmény az elérhető legjobb technikák alkalmazása. Az elérhető legjobb technikák a környezet magas szintű védelmének leghatékonyabb, legelőrehaladottabb eszközei, melyek azonban gazdaságilag és műszakilag is ésszerűen alkalmazhatóak az adott iparágakban. A legjobb elérhető technikák követelményeinek meghatározása tagállami szakértőknek, és az iparágak és környezetvédelmi szervezetek képviselőinek együttműködésével az Európai Bizottság felügyelete alatt történik.

Az irányelv által érintett tevékenységek környezetterhelése, ha természettudományos szempontból nézzük, mindenképpen jár valamilyen hatással a környezetre és annak elemeire. Környezetszennyezésként az irányelv akkor minősíti a kibocsátásokat, ha a kibocsátott anyag, rezgés, hő vagy zaj közvetlen vagy közvetett kibocsátása a levegőbe, talajba vagy a vízbe

- veszélyt jelent az emberi egészségre vagy a környezet minőségére,
- kárt okoz az anyagi javakban, illetve
- akadályozza vagy zavarja a környezet élvezetét vagy annak más jogszerű használatát.

Annak meghatározására, hogy mely értéktől minősül a kibocsátás környezetszennyezésnek, kibocsátási határértékeket határoznak meg valamilyen paraméterben (tömeg, koncentráció, illetve kibocsátási szint), amely adott időszakban nem léphető túl. Az engedély előírásainak meghatározásakor számos egyéb tényezőt is figyelembe kell venni, így pl. műszaki, környezeti, gazdasági és menedzsmenti kérdéseket, valamint az adott üzem korát. Az engedély feltételeit az iparág környezetvédelmi teljesítményét bemutató különböző hiteles adatok alapján kell megszabni olyan módon, hogy azok biztosítsák a környezet egészének magas szintű védelmét.

### Ipari balesetek

1976-ban vegyipari baleset történt az olaszországi Seveso városában, mely jelentős dioxinmérgezést okozott a környező lakosoknak. Ennek eredményeként hat évvel később megszületett az első közösségi irányelv az ipari balesetek területén. A szabályozás célja kettős

volt: egyrészt veszélyes vegyi anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek megelőzése, másrészt amennyiben az ipari baleset mégis bekövetkezne, az embernek és környezetnek okozott káros hatások csökkentése. A 96/82/EK irányelv szabályait olyan üzemekre kell alkalmazni, ahol a veszélyes anyagok megadott mennyiségén felül fordulnak elő [5].

A hagyományos bányászati tevékenységeket (kutatás, feltárás, kitermelés) egyértelműen kizárták az irányelv hatálya alól, azonban vegyi és termikus feldolgozási módszerek esetében, ha az eljárás az irányelv által érintett valamely veszélyes anyaggal történik, a szabályokat alkalmazni kell. Az irányelv legfőbb követelményei az alábbiak:

- súlyos balesetek megelőzésére vonatkozó terv, illetve annak végrehajtása,
- biztonsági jelentés, mely a súlyos balesetek megelőzésére vonatkozó politikára, az üzem biztonságára, a hatóságoknak nyújtott információk megbízhatóságára és belső vészhelyzeti tervekhez vonatkozik,
- vészhelyzeti terv, váratlan események kezelése, környezeti hatásainak csökkentése és a környezet, valamint az emberi egészség védelme érdekében alkalmazott intézkedések.

### Bányászati hulladékok

A 2006/21/EK irányelv hatálya alá a szárazföldi ásványi nyersanyag-kitermelő iparban keletkező hulladék, így a kutatásból, kitermelésből, feldolgozásból és tárolásból, valamint külszíni fejtések működéséből származó hulladék tartozik. Kimaradtak a szabályozási körből tehát azok a hulladékok, melyek ugyan ásványi nyersanyag feldolgozási és kitermelési műveletek során keletkeznek, de nem közvetlenül kapcsolódnak az ásványkincsek feltárásához és kitermeléséhez (pl.: hulladékolaj, akkumulátor), a tengeri kutatásból, kitermelésből és feldolgozásból származó hulladékok, és a radioaktív hulladékok [6].

Az irányelv célja, hogy csökkentse az ásványi nyersanyag-kitermelő iparban keletkező hulladék kezelésének következtében a környezetre – különösen a vízre, a levegőre, a talajra, az állat- és növényvilágra és a tájképre – gyakorolt káros hatásokat, valamint bármely, ezekből eredő, az emberi egészséget veszélyeztető tényezőket.

Az üzemeltető köteles hulladékgazdálkodási tervet készíteni, mely az ásványi nyersanyag-kitermeléséből származó hulladék kezelésére vonatkozik. A hulladékgazdálkodási terv célkitűzései jelen esetben is követik a közösségi hulladékgazdálkodási politika legáltalánosabb követelményét, a hulladékgazdálkodási hierarchia alkalmazását. A hulladékgazdálkodási hierarchia értelmében a hulladék kezelésével kapcsolatos intézkedések meghozatala során az alábbi sorrendet kell figyelembe venni: (1) megelőzés, (2) újrahasználatra való előkészítés, (3) újrafeldolgozás, (4) egyéb hasznosítás, (5) ártalmatlanítás.

Az ásványi nyersanyag-kitermelőiparban keletkező hulladékok mennyiségének csökkentésében az irányelv kiemelt figyelmet szán a tevékenység tervezési szakaszában az ásványkincsek kitermelési és kezelési módszere megválasztásának, a hulladék bányatérsgébe történő visszatöltésének, és a termőtalaj újrahasznosításának. A hulladék megelőzése azonban a mennyiségi megközelítés mellett, a hulladék ártalmasságának csökkentését is jelenti. Ebben a tekintetben a hulladékkezelő létesítmény üzemeltetőjének ismernie kell, hogy a hulladék milyen változásokon mehet keresztül a környezetnek való kitettsége esetén, és hogy a hulladékkezelés során milyen kevésbé veszélyes anyagokat lehetne alkalmazni. A hulladékgazdálkodási tervben az üzemeltető köteles az irányelv kritériumainak megfelelően a hulladékot és a hulladékkezelő létesítményt jellemezni és besorolni, a hulladékkezelési módszert ismertetni, a hulladék környezeti hatásait bemutatni és bezárási tervet készíteni. A hulladékgazdálkodási terv által nyújtott információk alapján értékeli a hatóság az üzemeltető tervezett tevékenységét.

A fentiekben láthattuk, hogy az ipari balesetek megelőzéséről szóló irányelvet (az ún. Seveso irányelv) közvetlenül nem alkalmazzák az ásványi nyersanyag-kitermelő iparban. Ennek eredményeként a súlyos balesetek megelőzésével kapcsolatos követelményeket ebben az irányelvben is rögzítették. Súlyos baleset a hulladékkezelés során következhet be, erre tekintettel az üzemeltető köteles a balesetek megelőzésére vonatkozó koncepciót, a baleset bekövetkezése esetén a hatások csökkentésére vonatkozó intézkedéseket rögzítő belső vészhelyzeti tervet kidolgozni.

Az ásványi nyersanyag-kitermelőiparban keletkezett hulladék kezelése engedélyköteles tevékenység, és a tagállamok döntésétől függően az engedélyeztetési követelmények már engedélyekkel együttesen, egyetlen engedélyben is vizsgálhatóak.

### Munkavállalók védelme

A munkavállalók védelmével két irányelv foglalkozik 92/104/EGK irányelv az ásványi nyersanyagok külszíni és felszín alatti kitermelésével folytató iparágakban, míg a 92/91/EGK irányelv az ásványi nyersanyagok fűrőlyukon keresztül történő kitermelésénél alkalmazott munkavállalók védelmét szolgálják [7] [8]. Mindkét jogszabály olyan alapvető kötelezettségeket határoz meg a munkáltatók számára, mint a biztonsági dokumentumok közérthetősége, biztonságos munkahelyek, vészhelyzet esetében a menekülésre szánt eszközök megléte. A szabályozás középpontjában azonban az ún. biztonsági és egészségvédelmi minimumkövetelmények állnak. A biztonsági és egészségvédelmi minimumkövetelmények a munkahely megszervezésétől, a munkavállalók szakképzettségén, a munka irányításán és a berendezések működtetésén át, egészen a karbantartásig és speciális helyzetek kezeléséig rögzítik azokat a minimumfeltételeket, melyet a munkáltatónak kötelessége a működés során biztosítani.



## Következtetés

Egyre nehezebb feladat tehát a megfelelő minőségű és mennyiségű ásványi nyersanyag kitermelése, mely megmutatkozik bizonyos kritikus ásványkincsek árának jelentős emelkedésében is. További kockázatokat jelentenek az ásványi nyersanyag-kitermelőipar veszélyes környezeti hatásai. Mindezen körülmények a bányászat „fenntartható” technológiái, módszerei felé irányítják az iparágat, hogy nyersanyagok hasznosítását minél takarékosabban valósítsa meg. A bányászat jogi szabályozása tekintetében elsősorban továbbra is a nemzeti és regionális szabályoknak van kiemelt szerepe. Európai szinten elsősorban a horizontális szabályok a jellemzők, melyek elsődlegesen a környezet és az emberi egészség védelmére, és nem a bányászatra, mint speciális szektorra fókuszálnak.

## Köszönetnyilvánítás

A tanulmány/kutatómunka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

## IRODALOM

[1] COM/2005/0670 végleges. A Bizottság közleménye a Tanácsnak, az Európai Parlamentnek, az Európai Gaz-

dasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának – Tematikus stratégia a természeti erőforrások fenntartható használatáról

- [2] Az Európai Parlament és a Tanács 2004/35/EK irányelve (2004. április 21.) a környezeti károk megelőzése és felszámolása tekintetében a környezeti felelősségről
- [3] Az Európai Parlament és a Tanács 2011/92/EU irányelve (2011. december 13.) az egyes köz- és magánprojektek környezetre gyakorolt hatásainak vizsgálatáról EGT-vonatkozású szöveg
- [4] Az Európai Parlament és a Tanács 2008/1/EK irányelve (2008. január 15.) a környezetszennyezés integrált megelőzéséről és csökkentéséről
- [5] A Tanács 96/82/EK irányelve (1996. december 9.) a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek veszélyeinek ellenőrzéséről
- [6] Az Európai Parlament és a Tanács 2006/21/EK irányelve (2006. március 15.) az ásványi nyersanyag-kitermelőiparban keletkező hulladék kezeléséről és a 2004/35/EK irányelv módosításáról
- [7] A Tanács 92/104/EGK irányelve (1992. december 3.) az ásványi nyersanyagok külszíni és felszín alatti kitermelésével foglalkozó iparágakban dolgozó munkavállalók biztonsága és egészségvédelme javításának minimumkövetelményeiről
- [8] A Tanács 92/91/EGK irányelve (1992. november 3.) az ásványi nyersanyagok fúrólyukon keresztül történő kitermelésével foglalkozó iparágakban dolgozó munkavállalók biztonsága és egészségvédelme javításának minimumkövetelményeiről

**DR. BÓHM JUDIT** 2006-ban szerzett jogász diplomát a Miskolci Egyetem Állam- és Jogtudományi Karán. 2006 és 2009 között a jogi kar Deák Ferenc Állam- és Jogtudományi Doktori Iskolájának doktorandusza. 2011-ben környezetmérnökként (BsC) végzett a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karán.

## Hazai hírek

### A VIII. geotermikus szakmai nap

A 2012. év tavasza és a nyárelő is bővelkedett geotermikus eseményekben, melyek sorozatának mintegy zárásaként június 21-én bonyolítottuk le VIII. szakmai napunkat az újjáalakult MGFI (korábbi MÁFI és ELGI) Stefánia úti épületének dísztermében. E helyt is köszönve házigazdánk, *dr. Fancsik Tamás* igazgató szakosztályunkat kitüntető támogatását!

Bevezetőként a geotermikus ismeretek különböző szintű átadásáról szólt *dr. Büki Gergely*, *dr. Bobok Elemér* és *dr. Tóth Anikó*. Hallhattunk a Magyar Mérnöki Kamara Geotermikus Mester Iskolájának eredményeiről és tapasztalatairól. Majd röviden a szakmérnökképzésről. Azután egy elnyert pályázati lehetőségéről, mely interneten át teszi lehetővé a képzést és az ismeret-elmélyítést. A nemzetközi együttműködés tovább támogatja majd a beiratkozó hallgatók lehetőségeit.

Követendő példát állított elénk *Pásztor József*, aki Mórahalom város energetikai stratégiáját s megvalósítását mutatta be. Az 1960-as évek tervei valóra váltak és folyamatosan bővülő lehetőséget adnak a lakosságnak és az önkormányzatnak egyaránt. A hévizet talált kutatófúrás strandot, majd kertészetet, később gyógyfürdőt, ma tudatosan tervezett jövőt

eredményez a település számára. A megújuló energia ismerete és kiaknázása egyaránt jövedelmező a felhasználói számára. Érdekes megoldás, hogy a képződő hulladékhővel tovább melegítik a fűtővizet, mintegy akkumulálva és újra felhasználva minden „csepp” hőenergiát.

Mexikóban járt két fiatalember, *Román László* és *Kósik Szabolcs*, két jóbarát. Útjuk során geotermikus mezőre, erőműbe is eljutottak. Előadásuk páratlan érdekessége a blokk-látogatás felvételsorozata és az alkalmazott technika feltérképezése.

Jó lenne tudni a lehetőségeinket. Lakóhelyünkön lehet-e számítanunk a geotermikus energia valamilyen megnyilvánulására – esetleg többféleképpen is? Hol és hogyan helyezkedik el a rezervoár? Milyen földrajzi geológiai adottságok közepette? Erről mutatott be referenciát *Kocsis Sándor*. Az előadás gyakorlati jelentőségű geoinformatikai alkalmazásról szólt, mely egyaránt hasznos a hatóság, a tervező, a kivitelező és a felhasználó számára is.

A szakmai napot a kellemes nyaralást, jó pihenést nyújtó szabadságot idéző jókívánságokkal zártuk, melyeket most megosztunk minden szíves olvasónkkal is!

*A szakosztály vezetősége nevében Livo László*



# Rudabánya – egy jelentős színesfémérc-lelőhely születése felé

**DR. FÖLDESSY JÁNOS** okl. geológus, egyetemi tanár, **NÉMETH NORBERT** okl. geológusmérnök, okl. közgazdász, adjunktus, **KUPI LÁSZLÓ** okl. geológus (Miskolci Egyetem MFK Ásványtani Földtani Intézet), **GERGES ANITA** okl. geológusmérnök, **IFJ. KASÓ ATTILA** okl. geológusmérnök, **TÓTH SZABOLCS** geológus technikus (Rotaqua Kft.)



2007-ben kezdődtek újra színesérc-kutatások a korábban bezárt rudabányai vasércbánya területén. A kutatásokat végző társaság a földtani értékelést a Miskolci Egyetem Földtani-Teleptani Tanszékével együttműködésben végzi. A munka új eredményeként egy jelentős, több szakaszban keletkezett, a Darnó-öv szerkezeti zónájához kapcsolódó felszín közeli színesérc-lelőhely körvonalai váltak ismertté, amelyben a korábban is ismert ólom- és rézérc az eddig nyilvántartottnál sokkal jelentősebb tömegű ásványvagyonként jelenik meg, és új elemként kiterjedt cinkércesedés megléte valószínűsíthető. A felszíni mintázásokat és vizsgálatokat fúrási program tervezése követte, amelynek kivitelezése jelenleg is folyik. Az előzetes eredmények a korábbi várakozásokat megerősítik.

## Bevezetés

Az ásványinyersanyag-lelőhelyek hosszú életű objektumok, amelyekben a technikai kultúra különféle időszakában más-más elemelődés váltak az ipari kitermelés számára gazdaságosan elérhetővé. Országunk egykori legnagyobb vasércbányája erre szolgált példát.

Rudabánya Magyarország egyik legjelentősebb történelmi bányahelye. Több évszázados történetének kezdetét az ezüst- és rézérc bányászata fémjelzi. 1880-tól nagyüzemi vasérctermelést folytató korszerű bányászati üzem működött itt. 1939-ben hadiüzem lett, termelése meghaladta az évi 300 000 tonnát. A II. világháború után a bánya állami tulajdonba került, 1964-től az Országos Érc- és Ásványbányák kötelékébe tartozott. Az évenkénti érctermelés ekkorra meghaladta a 650 000 tonnát. 1960-ra megépült a magnetizáló pörkölt alkalmazó ércelőkészítő üzem. Itt az 1970-es évek végén évi több mint 200 000 tonna dúsítmányt állítottak elő. 1985 végén szüntették meg a vasércbányászatot és a dúsítást Rudabányán, melyet gipsz és dolomit termelés váltott fel, a 2010-es évekig. 1986-88-ban a vasércbányában el-

végezték az előírt részleges felszámolási és rekultivációs munkákat (Balla és társai 1987).

A vasérctermelés leállítását követően ismétlődően napirendre került a terület érces nyersanyagainak kutatása is. 1994-1995-ben egy kanadai vállalat folytatott felszíni résmintázásokat a külfejtéseken; ennek eredményeként jelentős Cu, Pb, Zn és Ag-nyomok váltak ismertté (Vörös 1995). Később a MÁFI (Magyar Állami Földtani Intézet) és a USGS (Amerikai Egyesült Államok Geológiai Szolgálat) geokémiai programja keretében végeztek kiterjedt talaj- és mederüledék-mintázást a területen, melynek nyomán Korpás és társai (1999) megállapításai szerint Rudabánya lehet az üledékes kőzetekhez kötött aranyércesedések szempontjából a legjelentősebb kutatható terület hazánkban. A mintanyag mineralógiai vizsgálatai egyúttal egy karbonátos üledékes kőzetekben utólagosan kialakult Zn-Pb-Ag lelőhely lehetséges jelenlétére is utaltak (Hofstra és társai 1999).

A Rotaqua Kft. 2007-ben választotta ki és engedélyeztette a területet színesérc és nemesfém-érc kutatásra, ezt később az RK. Bányatársaság Kft. folytatta. A társaság szakmai tanácsadója kezdetektől a Miskolci



**1. ábra:** A rudabányai vasérc külfejtések mai állapota, a háttérben a Vilmos külfejtés területén keletkezett bányatóval

Bányászati és Kohászati Lapok – **BÁNYÁSZAT** 145. évfolyam, 5. szám

elemei az 1. táblázatban láthatók (Balla és társai 1987).

Az összes fúrás feldolgozásával az elemzési alapadatokat adatbázisba vittük. A szulfidos ércesedést harántoló korábbi mélyfúrások közül tíz legjobb ólomérces szakaszt a 2. táblázat, a tíz legjobb rézérces szakaszt a 3. táblázat mutatja.

A legjelentősebb rézérc dúsulások nagy bizonyossággal a területet határoló, a Darnó-zóna főtöréseiként értelmezett szerkezeti övekre és az azokból kiágazó kisebb jelentőségű haránttörések némelyikére összpontosulnak. Az ólomércek szintén ehhez a szerkezeti kapcsolathoz tartoznak, de a rézércektől helyileg elkülönülten, több korábbi szakaszban alakultak ki.

A legjobb fúrási szakaszok hossza és átlagminősége akár igen jelentős kiterjedésű ércesedésre utalhat. A 0,5% Cu szintet meghaladó elemzéseket tartalmazó legtávolabbi fúrások között a távolság ÉÉK-DDNY irányban több mint 1,5 km, NYÉNY-KDK irányban 0,6 km.

A kutatás ezen szakaszában nem foglalkoztunk hangsúlyozottan a különböző vasérccek és a barit újraértékelésével, ezeket a szulfidérccek mellékkőzetének tekintettük. Természetesen a későbbi kutatási szakaszok során ezeket az anyagfajtákat is gondosan értékelni kell felhasználhatósági szempontból, különösen annak ismeretében, hogy a vasérc világpiaci ára az elmúlt évtizedben tízszeresére emelkedett.

### A kutatási program során alkalmazott terepi módszerek és eddigi eredményei

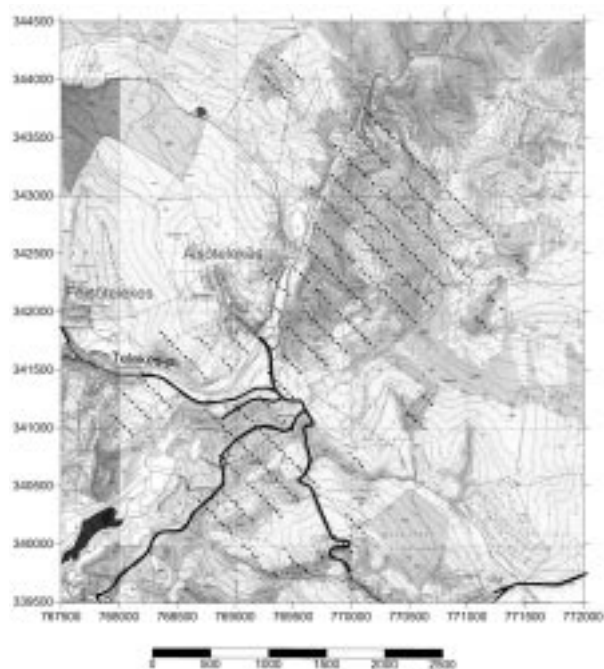
A program előkutatásai kiindulási pontjaként a felszíni feltárásokat sűrűn tartalmazó, részben meddőhányókkal fedett egykori külfejtési területeket választottuk. Az első adatgyűjtési szakaszban a feltárások térképezésével, szerkezeti adatok és litológiai típusok gyűjtésével foglalkoztunk, részmintázásokat végeztünk és az irodalmi mintázásokból ismert három területen egy-egy mélyfúrás kialakítását kezdtük meg. A második szakaszban a tágabb környezet talaj-geokémiai és kőzetszilánk-geokémiai mintázását végeztük el a külfejtési terület kihagyásával. Külön program során azonosítottuk az eddig nem ismert cink-dús érc kibúvákat, festéses eljárás alkalmazásával (Hitzmann és társai 2003). A harmadik szakaszban gépi és kézi árkolásokkal létesítettünk összeköttetést az elszigetelt külszíni feltárási pontok között. Az altáró bejárható szakaszain, a más biztonságosan megközelíthető föld alatti vágatrészekon kőzetszilánk mintázást végeztünk.

Az eddigi szakaszokban geofizikai vizsgálati módszerekkel csak korlátozottan éltünk. Ennek oka az, hogy a kutatások a kezdeti szakaszban a felszínközeli, bányászati létesítményekkel, meddőhányókkal, vágatokkal, fejtésekkel zavart térrész földtanát és ércesedését kívánták tisztázni, ahol a korábbi mérések tapasztalatai nem kecsegtettek e vonatkozásban értelmezhető eredményekkel. Egy kísérleti földi mágneses mérősorozatunk alapján viszont ebben a kutatási irányban esetleg ígéretes további alkalmazási lehetőségek tárhatók fel.

Az előkutatások eredményei alapján fúrási program indult, ennek végrehajtására több szakaszban került sor, és jelenleg is folyik.

A minták előkészítése részben a Miskolci Egyetem Eljárástechnikai Tanszékén, részben az ALS Chemex verespataki (Rosia Montana, Románia) laboratóriumában történt. A kémiai elemzéseket AAS-FA (Au), AAS (Cu, Pb, Zn, Ag), ICP-AES (35 elem) módszerekkel az ALS Chemex vancouveri laboratóriumában végezték. Eddig mintegy 800 minta elemzése készült el.

A talaj-geokémiai mintavételeket 200 x 50 m hálózaton, ÉNY-DK irányú, a befogadó Darnó-zóna fő töréseire merőleges szelvényekben végeztük. A mintázott terület a külfejtések északi peremétől a kutatási terület északi határáig terjedt. Nem mintáztuk a feltehetően antropogén szennyeződésekkel terhelt belterületeket, iparterületeket. A mintákból ICP-AAS Au és ICP-AES 35 elemes szinképelemzések készültek. A 440 minta alapján kirajzolható anomáliakép (3. ábra) szerint a külfejtés peremétől még további 3 km hosszban ÉÉK irányban az ismert ércesedés folytatásaként értelmezhető, komplex, többelemes geokémiai anomália húzódik az egykori Ruda-hegy és Szőlőhely-tető bányarészek területén.



3. ábra: A komplex Cu-Pb-Zn-Ag anomáliák (vastag vonallal körülkerítve) jelzik a színesfém ércesedés további elterjedését, a pontok a mintavételi helyeket jelölik

A felszíni térképezési módszerekkel sikerült megnyugtatóan tisztázni a különféle érc típusok megjelenési formáit, a dúsulásokat befogadó földtani környezeteket. A feltárásokban vett részminták átfogó képet nyújtanak a felszínközeli helyzetbe került érces zónák összetételéről. A részmintázások során csak az Au, Ag, Pb, Zn, Cu elemek eloszlását vizsgáltuk (4. táblázat).



#### 4. táblázat:

#### Elemeloszlások különböző mintacsoportokban

Mintacsoport	Minőségi határ	Minta- szám	Ag ppm	Cu %	Pb %	Zn %
összes minta		51	65	0,13	1,17	1,93
Cu dúsulások mintái	>0,2% Cu	9	25	0,65	0,27	0,28
Pb dúsulások mintái	>0,5% Pb	20	123	0,03	2,76	3,60
Zn dúsulások mintái	>0,5% Zn	32	87	0,03	1,72	2,97

Az árkolások során öt területen, mintegy 300 m összes hosszúságban végeztünk gépi és kézi letakarítást a külfejtés talpán, oldalfalain. Az árkok 0,5-1 m mélységűek, 0,8-1,2 m szélességűek voltak. Az árkokkal részben egymáshoz közel eső, elszigetelt érces feltárásokat kötöttünk össze, és vizsgáltuk a térbeli összekapcsolhatóságukat, más esetekben ércanyagot is tartalmazó törmelékkel fedett területrészen kerestük az érc-törmelék forrását. A 4. ábrán példaként a 3. sz. árokcsoporthoz tartozó vonal-menti szelvényei, Zn-Pb elemzési eredményei láthatóak, jelezve a korábban nem ismert cinkércesedés



4. ábra: Részinta eredmények a 3. sz. árok tengelyében. A mintavételi hossz 2-2 méter; az értékpárokból a felső szám a Pb%, az alsó szám a Zn% értékeket jelöli.

#### 5. táblázat:

#### Fém-dúsulásokat tartalmazó fúrási szakaszok az első két fúráásban

Fúrás jele	-tól m	-ig m	vastagság m	Au ppm	Ag ppm	Cu %	Pb %	Zn %
U1	0,0	3,0	3,0	0,00	257,00	0,31	3,33	7,50
U1	7,5	9,0	1,5	0,00	10,00	0,41	0,05	0,34
U1	11,2	15,0	3,8	0,00	8,74	0,05	0,54	2,16
U2	44,8	48,3	3,5	0,15	6,83	0,60	0,00	0,02
U2	55,1	58,2	3,1	0,00	12,77	0,00	0,58	4,25

nyújtotta komoly kutatási lehetőséget (Adolf külfejtés).

A résmintázások alapján – a talaj-geokémiai vizsgálatokkal egybehangzóan – úgy tűnik, hogy a felszíni mintázás szerint a legáltalánosabb elterjedé-

sű színesfém-elemdúsulás az eddig felderítetlen cinkhez kapcsolódik, jelentős értékű (főként ezüsttartalma miatt) az ólomércesedés, és valószínűleg akár bányászatra alkalmas tömegű lehet megkutatás után a rézérc vagyon. Ez az előzetes értékelés jelentette a fúrási program tervezés stratégiai alapját.

#### Mélyfúrások

A külfejtések területéről indított első mélyfúrásokban több magkihozatali probléma jelentkezett, részben a felhagyott fejtési területek fellazult zónáit harántoló szakaszokon, részben a nagy vastagságú, tektonizált dolomit, agyagmárga, illetve homokkő anyagú breccsás képződményekben. További fúrási programunk során a magkihozatalt jelentős technológiai áttekintéssel (Geobor fúrási szerszámzat és HQ wireline szerszámzat kombinációjával) sikerült javítani. A fúrások az első szakaszban a felszínközeli, maximum 130 m mélységű zónát érintették és Cu-, illetve Pb-Zn ércesedett szakaszokat harántoltak (5. táblázat).

#### Előzetes értékelés a színesfém ércesedésekről

Rudabányán valószínűleg több különböző korú és eltérő eredetű ércesedési szakasz terméke találkozhat és települ egymásra, melyeknek keletkezési kora és módja jelentősen eltérő lehet, egyedüli kapcsolatukat pedig egy hosszú élettartamú szerkezeti öv, (a későbbi Darnó-zóna) jelenti, mely befogadó szerepet játszott.

A legidősebbnek tekinthető (triász korú) üledékes-exhalációs eredetű, sztratiform Pb-Zn-Ba érc a területen újonnan felismert típusként, csak a törészóna feltöredezett anyagában található (Németh és társai, in press).

A következő szakaszban a primer vasércdúsulást előidéző hidrotermális metasomatikus folyamatok hozták létre a karbonátos (sziderit anyagú) vasércet, illetve a fektő homokkő és márga kőzetekben a savanyú pátvasércet, ezek kora középső-triásznál fiatalabb.

A vasércképződést, majd a vasérces testek feldarabolódását is okozó földtani

szerkezet-alakulási folyamatok lejátszódását követően jöttek létre a vasérc, továbbá a metasomatizist nem szenvedett dolomitok alkotta tektonikus breccsa kötőanyagában a pirit-kalkopirit-bornit ércdúsulások, valamint az



ezzel egyidős teléres és kizorításos Pb-Zn-Ba ércecs zónák (az ún. „baritos pátszegély” érctestek, Pantó 1956), valószínűleg a késői mezozoikumban, illetve a paleogénben.

Sokkal fiatalabb, alacsony hőmérsékletű rátelepült ércesedésként keletkeztek jelentős ezüstkonzentrációt is hozó fakóérces átítatások, kovás impregnációval kísérvé, főleg a rudabányai töréss öv déli szakaszán (Polyánka). Ezek már részben oxidált, barnavasérces kőzetanyagban találhatóak. Ezt az ércesedést a korábbi fúrásos kutatások nem érintették, illetve az értékelés során nem különítették el az idős mezozoos ércecs képződeményektől.

A triásztól a neogénig tartó többlépcsős ércesedés történet sok összetevős és bonyolult formákban jelentkező dúsuláscsoportot hozott létre. A későbbi kitermelés egyik fontos kihívása az egyes külön feldolgozást igénylő ásványegyüttesek ásvány-előkészítési szétválasztása lesz.

Az összes hasznosítható nyersanyagfajta együttesen tekintve a rudabányai színesérc-előfordulás olyan modern bányászat létrehozását hozza közel, amely – gyakorlatilag nem igényel újabb felszíni igénybevételt; – a jelentős részben rekultiválatlan, egykori bányaterületéről indul ki; – egy jövőbeli mélyszíni föld alatti bányászat alapjai – főszállítóvágat, szellőztetés, meddőelhelyezés – részben megőrződtek, felújíthatók és újra használatba vehetők; – külszíni logisztikai rendszere – úthálózat, vasútvonal – még létezik; – szociális szempontból reményt ad egy igen hátrányos regionális gazdasági helyzet megváltoztatására és a munkanélküliség enyhítésére; – ismert vasérc- és barit ásványvagyona a Pb-Zn-Cu ércesedések kísérőjeként a színesfém érccel együtt is termelhető és hasznosítható lehet; – környezeti szempontból a „nulla hulladék”-elv közelítőleg megvalósítható; – felszínalatti vízkészleteket a korábbi bányászati tapasztalatok alapján nem érint.

Ezek szem előtt tartásával folytatjuk a munkát a következő években, reményeink szerint – és a folyó részletező kutatások sikere esetén – a bányászati engedélyeztetésen keresztül a termelésbe állításig.

### Köszönetnyilvánítások

A tanulmányunk megjelentetésével a rudabányai ércesedés vizsgálatában évtizedes érdemeket szerzett, azóta már elhunyt geológus kollégáink, közöttük is különösen Harnos János emlékének szeretnénk adózni.

Köszönettel tartozunk a ma is aktív régi ércecs kollégáknak – Hernyák Gábornak, Kaló Jánosnak, Sóvágó Gyulának, Véres Imrének, dr. Zelenka Tibornak a szóban és terepen nyújtott igen jelentős segítségért. Szintén hálásak vagyunk az egyetemi szinten egykor folyt rudabányai kutatások terén átadott ismeretekért dr. Böhm Józsefnek és a többi egyetemi kollégának.

Külön köszönjük a Rotaqua Kft. támogatását, amely elengedhetetlen volt az újraértelmezés sikerében, az RK. Bányatársaság Kft.-nek pedig a cikk megjelenésének engedélyezését.

A jelen cikkben leírt munkát az Új Magyarország Fejlesztési Terv TÁMOP – 4.2.1.B – 10/2/KONV – 2010 – 0001 projektje támogatta.

### IRODALOM

- Balla L. (szerk.) 1987: Rudabányai vasércbányászat. Bányabezárási dokumentáció. NME Miskolc. Kézirat. 440 p.
- Csalagovits I. 1973: A Rudabánya környéki triász összlet geokémiai és ércgenetikai vizsgálatának eredményei – MÁFI Évi Jelentés 1971-ről, 61-90.
- Földessy J., Németh N., Gerges A. 2010: A rudabányai színesfém-ércesedés újrakutatásának előzetes földtani eredményei – Földtani Közönlöny 140/3, 281-292.
- Hernyák G. 1977: A Rudabányai-hegység szerkezeti elemzése az elmúlt 20 év kutatásai alapján – Földtani Közönlöny 107, 368-374.
- Hernyák G., Harnos J., Gulyás P.-né, Bics I., Balla L. 1981: Rudabányai-hegység színesfémérckutató eredményei 1971-1980 között és további kutatási feladatok – OEÁ Kutatási Jelentés, Kézirat, ME adattár.
- Hitzman M. W., Reynolds N. A., Sangster D. F., Allen C. R., Carman C. E. 2003: Classification, Genesis and Exploration Guides for Nonsulfide Zinc Deposits – Economic Geology 98/4, 685-714.
- Hofstra A. H., Korpás L., Csalagovits I., Johnson C. A., Christiansen W. D. 1999: Stable isotopic study of the Rudabánya iron mine, a carbonate-hosted siderite, barite, base-metal sulfide replacement deposit – Geologica Hungarica, Series Geologica 24, 295-302.
- Koch S., Grasselly Gy., Donáth É. 1950: Magyarországi vasércelőfordulások ásványai. – Acta Mineralogica-Petrographica 4, 1-41.
- Korpás L., Hofstra A. H., Ódor L., Horváth I., Haas J., Zelenka T. 1999: Evaluation of the prospected areas and formations – Geologica Hungarica, Series Geologica 24, 197-294.
- Kovács S., Less Gy., Piros O., Réti Zs., Róth L. 1989: Triassic formations of the Aggtelek-Rudabánya Mountains (NE Hungary) – Acta Geologica Hungarica 32/1-2, 31-63.
- Kristály F., Szakáll S., Németh N., Zajzon N. 2010: A smithsonit különböző szövet-szerkezeti típusai a rudabányai karbonátos érctelepben – A Miskolci Egyetem Közleményei Series A. Bányászat, 79, 27-38.
- Less Gy., Grill J., Szentpétery I., Róth L., Gyuricza Gy. 1988: Az Aggtelek-Rudabányai hegység 1:25000 földtani térképe – MÁFI, Budapest.
- Németh N., Földessy J., Kupi L., Iglesias, J. G. in press: Zn-Pb mineralization types in the Rudabánya Ore Bearing Complex – Carpathian Journal of Earth And Environmental Sciences.
- Pantó G. 1956: A rudabányai vasércvonulat földtani felépítése – MÁFI Évkönyv 44/2, 329-637.
- Pantó E., Pantó G., Podányi T., Moser K. és mások 1957: Rudabánya ércbányászata – OMBKE, Budapest, 421.
- Pálffy M. 1924: A Rudabányai-hegység geológiai viszonyai és vasérclelei. – MÁFI Évkönyv 26/2, 1-27.

Szakáll S. 2001: Comparison of the Rudabánya (Hungary) and Nižná Slaná (Slovakia) metasomatic iron and hydrothermal sulfide ore deposits – with special references to the mineral paragenesis of Rudabánya – PhD thesis, Technical University of Košice, Miskolc – Košice.

Szentpétery I. 1997: Sinistral lateral displacement in the Aggtelek-Rudabánya Mts. (N Hungary) based on the facies distribution of Oligocene and Lower Miocene Formations – Acta Geologica Hungarica 40/3, 265-272.

Szentpétery I., Less Gy. ed. 2006: Az Aggtelek-Rudabányai-hegység földtana. Magyarázó az Aggtelek-Rudabányai-hegység 1988-ban megjelent 1:25000 méretarányú fedetlen földtani térképéhez – MÁFI, Budapest, 92.

Vörös I. 1995: Előzetes jelentés a TVX felszíni kutatásairól. Kézirat. 12 p.

Zelenka T., Baksa Cs., Balla Z., Földessy J., Járányi-Földessy K. 1983: Mezozoos ősföldrajzi határ-e a Darnó-vonal? – Földtani Közlöny 113/1, 27-37.

**DR. FÖLDESSY JÁNOS** egyetemi tanár, okl. geológus (ELTE 1970), a Miskolci Egyetem Ásványtani-Földtani Intézetének oktatója. Korábban több ipari földtani kutatási projekt résztvevője és irányítója volt itthon és külföldön. A rudabányai színesfém érc kutatások újraindításának kezdeményezője.

**DR. NÉMETH NORBERT** a Miskolci Egyetem Ásványtani-Földtani Intézetének adjunktusa, okl. geológusmérnök (ME 2000), PhD fokozatát 2006-ban nyerte el a Mikoviny Sámuel Doktori Iskolában. Elsődleges szakterülete a szerkezetföldtan. 2007 óta dolgozik oktatási feladatai ellátása mellett a rudabányai színesfémérc kutatási projektben.

**KUPI LÁSZLÓ** okl. geológus (ELTE 2007), doktorjelölt a Miskolci Egyetemen. Több hazai és külföldi ércelőfordulás kutatásán szerzett szakmai tapasztalatot. Jelenleg a Columbus Gold-nál dolgozik Francia Guayana-ban. Kutatási témája a rudabányai színesfém ércesedés ásványtana.

**GERGES ANITA** okl. geológusmérnök, diplomáját a Miskolci Egyetemen szerezte 2007-ben. Első munkahelyén, a Rotaqua Kft.-nél dolgozik, a rudabányai, csereháti és mátrai ércutatásokon.

**IFJ. KASÓ ATTILA** földtudományi mérnök, (ME 2010), a Rotaqua Kft. terepi geológusa.

**TÓTH SZABOLCS** geológus technikus, 1973 óta számos hazai és külföldi ércutatási programban szerzett gyakorlati tapasztalatot, kezdetektől a rudabányai kutatások aktív résztvevője.

## A BKL Bányászat 2011. évi nívódíja

A BKL Bányászat Szerkesztő Bizottsága évenként hagyományosan nívódíjat ítél oda a legjobbnak tartott cikknek. A Bizottság tagjainak szavazatai alapján a 2011-ben megjelent cikkek közül szavazategyenlőséggel két cikk nyert Nívódíjat:

**Dr. Földesi János: Kőzetmechanikai jellemzők szerepe a robbantástechnikai paraméterek tervezésénél**  
**Benkovich István, Eck József, Váró Ágnes: A Bábaapáti Nemzeti Radioaktív hulladék-tároló**  
**tervezési feladatai és a kivitelezés folyamata**



A díj átadására a 2012. november 9-ei szerkesztőbizottsági ülésen került sor *Huszár László*, a Bányászati Szakosztály titkára közreműködésével, aki rövid méltatásában kiemelte, hogy 145 éves lapunk a szakma szeretetéből maradt fenn, és ehhez a cikkírók önzetlen munkája elengedhetetlenül szükséges volt.

A díjátadás után *Podányi Tibor* felelős szerkesztő ismertette a megjelent hírek statisztikáját is, mely szerint a legtöbb tudósítást 2011-ben – immár sokadszor – *dr. Horn János* küldte be, mellette további 70 tagtársunk segítette a szerkesztőség munkáját tudósításokkal, híryanagokkal.

*Nívódíjas cikkíróknak, szorgalmas tudósítónknak – és rajtuk keresztül valamennyi cikkíróknak, tudósítónknak – ezúton is gratulálunk, köszönjük értékes és nélkülözhetetlen munkájukat!*

*BKL Bányászat Szerkesztőbizottság*

# A gyöngyösoroszi szulfidos ércbánya végleges bezárása hidraulikus tömedékeléssel; a mechanikai eljárás technika szerepe a technológia kifejlesztésében

DR. FAITLI JÓZSEF okl. bányagépészeti- és villamossági mérnök, docens, DR. BÓHM JÓZSEF okl. bányamérnök, docens, DR. MUCSI GÁBOR okl. előkészítéstechnikai mérnök, docens, DR. GOMBKÖTŐ IMRE okl. előkészítéstechnikai mérnök, docens (Miskolci Egyetem, Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárás technikai Intézet)



*A hazai bányász társadalom előtt jól ismert, az 1986-ban felhagyott és ideiglenesen bezárt gyöngyösoroszi szulfidos ércbánya környezeti hatása, amelynek a savas elfolyó bányavízét a mai napig kezelni kell. Ebben a cikkben a Miskolci Egyetem, Nyersanyag-előkészítési és Környezeti Eljárás technikai Intézete által elvégzett mechanikai eljárás technikai vizsgálatokat foglaljuk össze időrendi sorrendben. Ezek a vizsgálatok és a tapasztalatok alapján kidolgozott javaslatok nagyban hozzájárultak ahhoz, hogy jelenleg már üzemszerűen folyik a hidraulikus tömedékelés, ami a bánya végleges bezárására kiválasztott technológia.*

## Bevezetés, előzmények

Intézetünk 2004-ben [7] előtanulmányt készített, amelyben számba vette a tömedékeléssel megvalósított bányabezárás lehetséges tömedékanyagait, technológiai megoldásait, felmérte a tömedékelésre szoruló nyitott bányauregeket, javaslatot adott a hidraulikus tömedékelés technológiájára. A javasolt technológia egy homok-bentonit, vagy pernye-bentonit szemcsés anyagból készített 30 tf%-os (térfogatszázalék) zaggyal megvalósított hidraulikus, ún. *nem tele csöves* tömedékelés, amikor a külszínen telepített keverőtartályban készítik el a pontosan beállított koncentrációjú keveréket, ami a függőleges ejtőcsövön keresztül az alsó fogadósínten telepített tartályba kerül, amelyből csővezetékben keresztül szivattyú szállítja azt az újra feltárt, nyitott bányauregékbe. A bányabezárást végző cégek ezt a tanulmányt csak részben figyelembe véve egy más technológiai megoldást választottak, amelynek a kivitelezését követően 2009-ben már kísérleti tömedékelésre került sor, amikor egy gáttal lezárt vágatszakszt visontai deponált pernye-bányavíz zaggyal töltöttek fel. Az akkor elkészült technológia fő eleme egy kibetonozott, lejtős fenekű bekeverő medence, amelybe a közúton, kamionnal odaszállított nedves pernyét beöntik, és nagysebességű vízszugárral a tömedékelő csővezetékbe mosatják. A kísérleti tömedékelés azonban nem hozta a várt eredményeket, mivel a feltöltött vágatban a pernye gyakorlatilag nem ülepedett. Az intézetünk más partner intézetekkel együtt, igazából ekkor kapcsolódott be aktívan a munkába; megoldást kellett találni erre a komplex problémára.

Abból indultunk ki, hogy a kiépített technológia továbbfejlesztése útján a feladat az, hogy a *nyitott bányau*

*üregeket olyan pernye alapú zaggyal töltsük ki, amely a leülepedést és szilárdulást követően öntartó, vagy gáttal megtartható, és amelynek a vízáteresztési (szivárgási tényező) jellemzői hasonlóak a környező kőzetekhez. Amennyiben a tömedékanyag elzárja a levegőt a pirit tartalmú kőzektől, az ARD (Acid Rock Drainage – savas víz képződés) folyamat nagymértékben lecsökken. Ez a feladat valójában nagyon összetett, több tudományterület együttműködése szükséges a megoldáshoz. Utólag visszatekintve mégis megállapíthatjuk, hogy az elsődleges műszaki megoldást a mechanikai eljárás technika szolgáltatta, azaz a pernye és az adalékanyagok bekeverését, a hidraulikus szállítást és különösen a *tömedék víztelenítését* kellett megoldani. Az ezt követő, vagy megelőző kémiai, talaj- és kőzetmechanikai, hidrogeológiai stb. vizsgálatokkal ebben a cikkben nem foglalkozunk, azokat partner intézetek és a kivitelező cégek végezték és publikálták.*

*A Mátrai Erőmű salak-pernye sűrűzagyos kiszállító rendszere, a finom szuszpenzió-durva keverékáramlás modell*

A Gyöngyösoroszi Ércbánya mátraszéntimrei függőleges aknához viszonylag közel helyezkedik el a Mátrai Erőmű visontai zagytározója, ezért kézenfekvő volt az a döntés, hogy az ott deponált anyag legyen a fő tömedékanyag. Az előzmények között meg kell említeni, hogy 1994-98 során intézetünk végezte azokat a vizsgálatokat, amelyek alapján végül azt a csővezetékes szállítást megtervezték és megépítették. Az erőmű akkor még híg zagyos (kb. 15 tf%) technológiával szállította a lignit tüzelés maradvány anyagait, a salakot és a pernyét a zagytérre. A szigorodó környezetvédelmi elő-



írások miatt választaniuk kellett a sűrű zagyos csővezeteki, vagy az ún. földnedves szállítószalagos technológia között. Az elvégzett szisztematikus vizsgálatok és félüzemi méretű hidraulikus szállítási kísérletek eredménye volt a *Tarján-Faitli*: finom szuszpenzió durva keverékáramlás modell [4, 5, 6]. A modell szerint a pernyesalak anyagot két részre kell bontani, a 160  $\mu\text{m}$  határsezemcsénél finomabb szemcsék vízzel elkeverve finom szuszpenzió áramlásban szállíthatók a csővezetékben. A finom szuszpenzió áramlás nyomásvesztés gőrbéje számítható a finom szuszpenzió sűrűsége és folyási paramétere alapján. A visontai pernye-víz finom szuszpenziók 20 tf%-ig jellemzően Newtoni folyadékok, amelyek viszkozitása csak kis mértékben növekszik, majd 20 tf% felett a folyásuk Bingham plasztikussá válik, amikor a merevségi tényező és a nyugalmi határfeszültség exponenciálisan nő a koncentráció függvényében. A finom szuszpenzió áramlás nyomásvesztésge valójában áramlási súrlódási veszteség, amely turbulens áramlásban közel a sebesség négyzetével arányos. Ezzel szemben – a modell szerint –, a 160  $\mu\text{m}$ -nél durvább szemek, amikor érintkeznek a csőfallal mechanikai súrlódás lép fel, ami a normál erőttől és a súrlódási tényezőtől függ, és nem függ a sebességtől. A durva szemcsék okozta járulékos veszteség a módosított Durand egyenlettel [6] számítható, ami mérési eredményekre illesztett tapasztalati összefüggés.

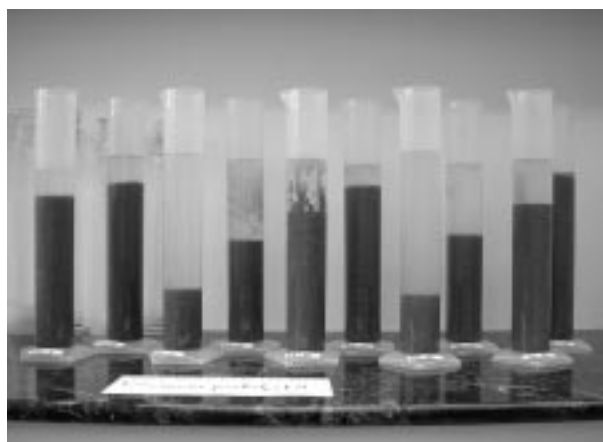
A Mátrai Erőműben többfokozatú füstgáztisztító technológia üzemel, így több helyen keletkezik pernye. A sűrűzagyos hidraulikus szállítás technológiáját az ún. R4 anyagkeverékre terveztük, amely a keletkező anyagok jellemző arányának megfelelően a következő: 5% ECO, 20% Ljungström, 67% elektrofilter és 8% salak (tömegarány). Az akkori vizsgálatokat 53 és 75 mm-es csövekben végeztük el, majd a modell alapján más csőátmérőkre is kiszámítottuk a nyomásvesztés gőrbéket. Az akkori nyomásvesztés gőrbéről egy pontot leolvastunk (ennek a pontnak a későbbiekben még szerepe lesz): R4 salak-pernye-víz sűrű zagy, 34 tf% koncentrációban, 150 mm-es csőben, 6,35 m/s áramlási sebesség mellett a számított nyomásvesztés  $4200 \text{ Pa/m}$ .

### A tömedékelési technológia megalapozását szolgáló vizsgálatok

A számos negatív tapasztalattal járó 2009-es kísérleti tömedékelés után kapott megbízást az intézetünk a tömedékeléssel kapcsolatos vizsgálatok elvégzésére. A vizsgálatok mintavételezéssel, majd pedig a kémiai és fizikai anyagjellemzők mérésével kezdődtek. A pernye zagyter két eltérő helyéről vettünk mintákat: csővégi pernye (0 napos) és zagyteri pernye (kb. 14 napos). A vizsgálatok egyik paramétere a későbbiekben éppen a csővégi kifolyás és újra zagolás, azaz felhasználás között eltelt idő, mivel a zagyteren lévő pernyében lejátszódnak a kémiai reakciók, és a hosszabb ideig tárolt pernye elveszti a kémiai aktivitását. A csővégi pernye piknométerrel mért szemcsesűrűsége:  $2029 \text{ kg/m}^3$ , a szítással mért 50%-os szemcsemérete 120  $\mu\text{m}$  volt. A

zagyteri pernye esetén külön mértük a < 160  $\mu\text{m}$ -es frakció ( $2243 \text{ kg/m}^3$ ) és a > 160  $\mu\text{m}$ -es frakció ( $1845 \text{ kg/m}^3$ ) szemcsesűrűségét, a finom frakció 50%-os szemcsemérete 85  $\mu\text{m}$  volt. A durvább frakció kisebb szemcse sűrűségének oka lehet, hogy más az anyaga (salak-pernye), vagy belső légzárványokat tartalmaz, amelyek égetés közbeni képződésére a bükkábrányi lignit hajlamos. A vett minták nedvességtartalmát is megmértük (105 °C-on való szárítással). A csőkifolyásból vett minta nedvességtartalma 45 tm% (tömegszázalék) volt, ami térfogati szilárd koncentrációra átszámítva 35 tf%. Ez szinte pontosan megfelel az 1996-ban megtervezett értéknek, azaz a Mátrai Erőmű zagyszállító csővezetékében a koncentráció 13 évvel később is ugyanolyan.

Az első kísérletsorozatban a vízelvezetés, azaz drénrendszer nélküli tömedékelést modelleztük, az ülepedést szabványos 1 l-es mérőhengerekben vizsgáltuk.



1. ábra: Ülepedési vizsgálatok ülepitő hengerekben

Az ülepedési vizsgálatok során szisztematikusán változtattuk

- a pernye korát (csővégi: 0 nap, zagyteri: kb. 14 nap),
- a bekeverési koncentrációt (a pontosan kimért szemcsés anyag és víz aránya, a vizsgált tartomány: 10-40 tf%),
- a vizet (bányavíz, desztillált víz),
- az adalékanyagokat (20%-os CaO oldat 1-5 tm%-ban ill. 20%-os NaOH oldat 1-5 tm%-ban),
- a bekeverési intenzitást (bekeverés propellerkeverővel: fordulatszám 600-1200 1/perc, keverési idő 5 perc, bekeverés dezaggregátorban, keverési idő 5perc).

Mértük a leülepedett zagy magasságát az idő függvényében, azaz meghatároztuk az ülepedési gőrbéket, amelyek első deriváltja az ülepedési sebesség, a második deriváltja az ülepedési gyorsulás.

A klasszikus mérés mellett a leülepedett réteg szilárdságának összehasonlítása érdekében elvégeztünk

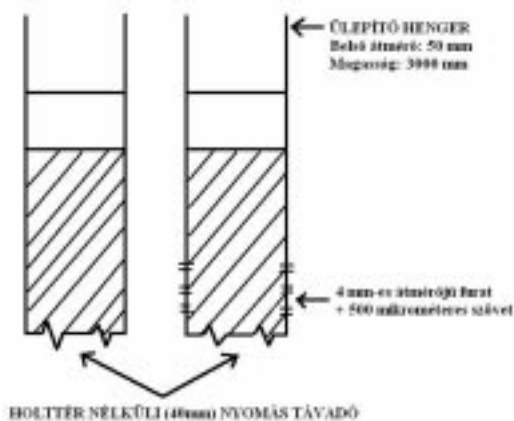


egy nem szokványos vizsgálatot is, az ún. besüllyedési vizsgálatot. Egy kúpos acél testet esztergáltunk, amelyet kötélre erősítettünk (1. ábra). Az acélkúp hegyének az üledékbe való süllyedési mélysége fordítottan arányos az üledék szilárdságával. Ez természetesen nem abszolút szilárdsági mérőszám, de összehasonlításra kiválóan alkalmas. A részletes eredményeket nem közöljük, csak a megállapításokat.

A hozzáadott víz, ülepedésre gyakorolt hatásának a vizsgálata azt mutatja, hogy az ülepedés sebességében nincs nagy különbség, ha bányavizet, vagy desztillált vizet adunk a nedves pernyéhez. Nem markáns, de van különbség a leülepedett anyag szilárdságában, a desztillált vizes mintákon valamivel kisebb az acélkúp behatolása, tömörebb az üledék, továbbá kisebb induló koncentrációk esetén a bányavizes minták nagyobb koncentrációjú üledéket eredményeztek. Nagy induló koncentráció esetén ez a különbség eltűnik. Általános érvényű megfigyelés, hogy a nagyobb bekeverési, azaz induló koncentráció nagyobb üledék koncentrációt eredményez.

A csővégi pernye, azaz az erőmű zagyszállító csővének a végéből vett minta ülepedési viselkedése hasonló, mint a zagytérről, 2 hetes korban vett pernyéé.

A propellerkeverővel elvégzett keverés kis mértékben javította az ülepedési tulajdonságokat, azaz gyorsabb az ülepedés és szilárdabb az üledék. Ezzel szemben a dezagregátorral elvégzett keverés drasztikusan elrontotta a paramétereket, valószínűleg jelentős aprózódás lépett fel.



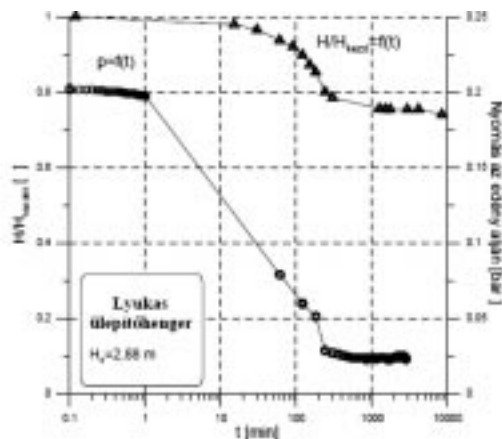
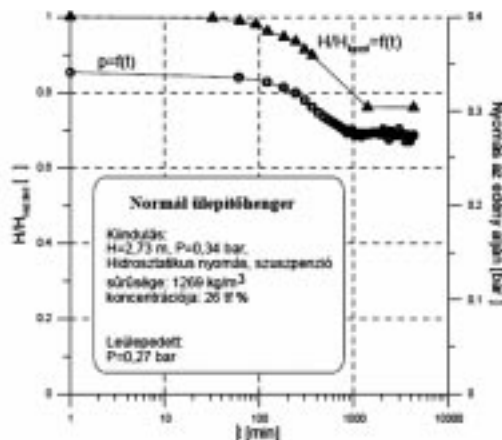
2. ábra: A 3 m magas ülepitő henger nyomásmérővel

Az adalékanyagok, az oldat formában adagolt nátrium-hidroxid és az égetett mész is jelentősen gyorsította az ülepedés kompressziós pont előtti szakaszát, különösen a nátrium hidroxid, azonban az ülepedés tömörödési szakaszában az elért koncentráció mindkét esetben kisebb, mint adalékanyag nélkül. Az üledék szilárdságát, megfelelő koncentrációban mindkét anyag növelte, azonban a CaO lényegesen nagyobb mértékben.

Mindezek közül azonban a legfontosabb megfigyelés az volt, hogy a lezárt edényben kb. egy évig tárolt bányavízben ülepitett pernye (néhány % CaO adagolással) nem kötött meg, könnyen felzagyolható maradt.

Le kellett vonnunk azt a következtetést, hogy reális mértékű adalékanyag adagolása mellett a víz nagy részét el kell vezetni a pernye üledékből, azaz drénezett technológiát kell alkalmazni. A drénezett technológia vizsgálatára két kísérletsorozatot végeztünk. Az első esetben egy 3 m magas, 50 mm átmérőjű nagy ülepitő hengert készítettünk, amelynek az aljára a talpnyomás mérésére holtter nélküli nyomás távadót építettünk, amelynek a rozsdamentes acélból készült membránja 40 mm átmérőjű. Az ülepitő henger majdnem teljes alja maga a nyomásérzékelő (2. ábra).

Az első kísérlet esetén a hagyományos ülepitési vizsgálatot végeztük el, azaz nem volt drénezés. A második esetben viszont 12 db 4 mm-es furatot készítettünk a henger alján, amelyeket szűrő szövetrel vettünk körbe és egyidejű víztelenítés mellett végeztük el az ülepitési vizsgálatot. Az ülepedési görbék a 3. ábrán láthatók.

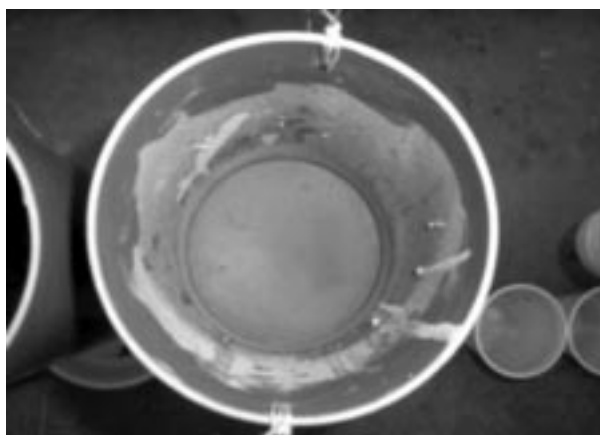
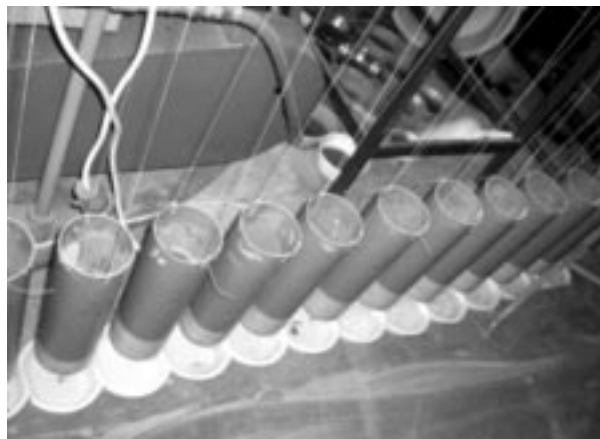


3. ábra: Ülepítés a 3 m-es ülepitő hengerben

Az első esetben a 2,73 m magasságban betöltött zagy 0,34 bar nyomást eredményezett a henger alján. Ez a nyomás pontosan megegyezik a betöltött 26 tf% koncentrációjú zagy hidrosztatikai nyomásával. Korábban más berendezésnél, pl. élővízi iszapsűrítő tartálynál, már alkalmaztuk ezt a nyomásmérő fejet a tartályban lévő szilárd anyag koncentrációjának a mérésére. Az ülepedés lezajlása után a nyomásmérő 0,27 bar-t mutatott, ami pontosan a 2,73 m magas vízoszlop hidrosztatikai nyomása. Ezek szerint a nem drénezett ülepedés esetén a szemcsék megtámaszkodnak az edény falán és a vízben, az edény alján a nyomás a pórusvíznyomás, ami a vízoszlop magasságával egyezett meg. A második esetben a jelenség egészen másképp játszódtott le, mivel a víz el tudott szívárogni. Ebben az esetben az ülepedés lejátszódása után (a henger felső részén kialakuló tiszta víz réteg kb. két hét alatt távozott el) a henger alján a nyomás gyakorlatilag 0, ami azt jelzi, hogy a szemcsék megtámaszkodnak egymáson és a henger falán, és nem nyomják a talpat. A pórusvíz nyomása sem mérhető a talpon, csak az a néhány cm-nek megfelelő, ami az alsó furatok magassága a nyomásmérőtől.

A második kísérletsorozat célja az volt, hogy a pernye zagytéren történő ún. „öregedését”, ill. a tömedékelés után az elszivárgó és beszivárgó víz hatását modellezve, a különféle adalékanyagok hozzáadásával kapott próbatestek szilárdságát (kohézió, belső súrlódási szög) és víz-áteresztőképességét megmérjük. A második kísérletsorozat egyértelmű célja, hogy megvizsgáljuk a tömedékanyag viselkedését, öntartását az üregbe juttatást követően. A második kísérletsorozat végrehajtásakor 2 db 60 l-es hordóban vettünk mintát a zagytározón a csőből kifolyó anyagból. A laboratóriumban a hordók aljára 4 mm-es lyukakat fúrtunk és hagytuk, hogy a víz elszivárogjon, majd a kísérleti terv szerinti napokon vettünk mintákat, amelyeket először 40 mm-es műanyag csövekbe töltöttünk. Ilyen módon modelleztük a zagytéren történő „öregedési” folyamatot. A 40 mm-es műanyag csöveket előzetesen hosszában kettéfűrésztünk, majd újra összeillesztettük és nejlon fóliát rögzítettünk az aljára, amelyet perforáltunk, majd homok drént töltöttünk be. Ezt követően a csövekbe betöltöttük a pontosan bemért anyagokat és a csöveket felfüggesztettük kötelekre. Mértük az alul elszivárgó vizet és annak megfelelően mindig bányavizet juttattunk felülre, így modelleztük a tömedékelt üregben való viselkedést. Adott idő eltelte után a mintát kivettük a 40 mm-es hengerből és elvittük a talajmechanikai laborba. Sajnos az alkalmazott 40 mm-es hengerméret túl kicsinek bizonyult, a talajmechanikai laboratóriumban nem lehetett értékelhető, számszerű szilárdsági jellemzőket mérni a kapott mintákon, ezért újra elvégeztük a kísérleteket, de ezúttal 105 mm-es műanyag mintatartó csöveket készítettünk.

A 4. ábra felső fényképen a függesztett 105 mm-es kísérleti csövek egy része látható. Az alsó képen a 3 tömegszázalékban égetett meszet tartalmazó pernye minta felülete látható, ami rozsdabarna színű a pernye sötétszürke színével szemben, mivel a felülről hozzáadott kimért mennyiségű bányavizet nehezen engedte



4. ábra: 105 mm-es kísérleti csövek

át ez a minta és rajta maradt a csapadék. Adott vizsgálati paraméterek mellett 5-5 mintát készítettünk, amelyből négy minta a nyírási vizsgálatokhoz, egy pedig a víz áteresztőképesség méréséhez kellett. A szivárgási tényezőket flexibilis falú permeabiméterrel alacsony ( $i \leq 30$ ) hidraulikus gradiens mellett 10 cm átmérőjű mintákon, állandó nyomású vizsgálattal a Miskolci Egyetem, Környezetgazdálkodási Intézete mérte meg. A nyírószilárdsági jellemzőket 2, 4 és 6 bar cellanyomás mellett triaxiális kísérletekkel, illetve 95 mm átmérőjű mintákon végzett direkt nyírási kísérletekkel (kb. 1, 3 és 5 bar normálterhelés mellett) szintén a Környezetgazdálkodási Intézet mérte meg. A minták jelentős nedvességtartalommal bírtak, ezért lassú nyírást hajtottak végre (kb. 1 mm/min nyírási sebesség mellett), miközben a minta drénezését biztosították. A nyírást előtt mintegy 30 perces konszolidációt végeztek, miközben egyes minták jelentős mennyiségű vizet adtak le. A talajmechanikai vizsgálatok előtt minden egyes minta tömörségét megmértük, úgy hogy a henger formájú minta térfogatát a mért átmérőből és magasságból számítottuk, a tömegét pedig mérlegben határoztuk meg. Megállapítottuk, hogy a minták halmozásűrűsége 1,39 ... 1,44 kg/dm<sup>3</sup> közé esett, ez a korábban közölt 2,1 kg/dm<sup>3</sup> pernye szemcsesűrűség mellett, jellemzően 43 tömegszázalék nedvességtartalmat jelent. A kísérletben szisztematikusan változtattuk az adalékanyagokat és koncentrációjukat (CaO, Ca(OH)<sub>2</sub>, homok, adalék nélkül). A részletes eredményeket nem,

csak a legjobbnak bizonyult 7 napos pernye – 3 tm% CaO, drénezett próbatest mért adatait közöljük:

- szivárgási tényező:  $2,19 \cdot 10^{-7}$  m/s,
- kohézió: 120 kPa,
- belső súrlódási szög:  $18,7^\circ$ .

Az adalékanyag nélkül ülepített pernyét relatíve magas belső súrlódási szög mellett alacsony kohézió jellemzi. Amennyiben a mintához 10 vagy 20 tm% homokot keverünk, akkor talajmechanikai viselkedése nem válik kedvezőbbé, sőt az alkalmazott homok még le is rontotta a belső súrlódás mértékét. A homok adagolása a szivárgási tényezőt sem növelte, így a meglehetősen nagy térfogatarányú bekeverés valójában semmilyen talajmechanikai vagy vízföldtani jellemző javulását nem okozta, ezért alkalmazása hidrogeológiai-mérnökgeológiai szempontból nem javasolható.

Amennyiben a mintához 1 vagy 3 tm% mészhidrárt kevertünk, akkor a vegyület hatására enyhe súrlódási szög csökkenést mértünk, miközben a kohézió 1 tm% mészhidrárt hatására még kis mértékben majd 3 tm% mészhidrárt esetén már érzékelhetően megnövekedett. A szivárgási tényező enyhén csökkent, de még mindig az andezithez képest jellegzetesen magasabb vízáteresztő képességet mértünk. A pernye tulajdonságait talajmechanikai szempontból legjobban az égetett mész javította, 1 tm%, illetve 3 tm% CaO adalékolása esetén a belső súrlódási szög csökkenése mellett a kohézió 3-4-szeres emelkedését észleltük. Emellett feltételezhető, hogy a cementációs folyamat a mérés elvégzéséig csak részben következett be, így várhatóan a kohézió értéke a tömedékelést követően tovább emelkedne, miközben a mért szivárgási tényező értékek a mészhidrártos kezeléshez hasonlóan, a probléma szempontjából nem releváns mértékben csökkentek csak le. A vizsgált esetek közül a legkedvezőbb eredményeket a 3 tm% égetett

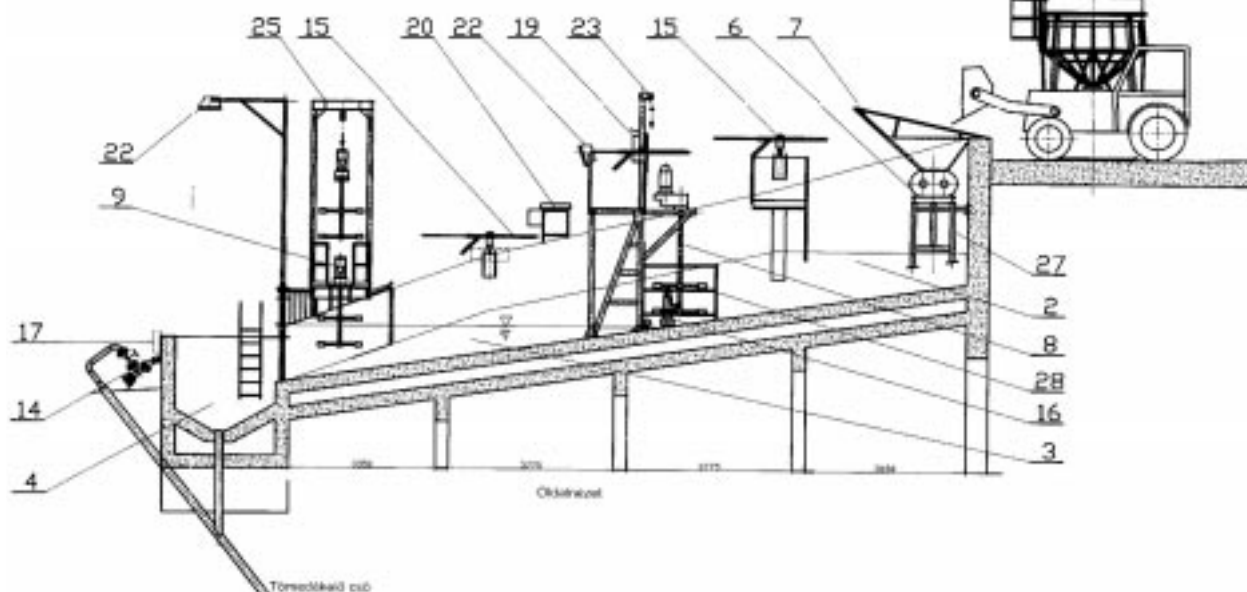
mészes kezelés adta, ezért ennek az adalékanyagnak az alkalmazása talajmechanikai szempontból a legkedvezőbb. A pernye, mészhidrárt és homok keverékek tömedékelésbeli alkalmazása talajmechanikai szempontból nem váltotta be a reményeket, mivel jelentős súrlódási szög csökkenés mellett nem értünk el kimutatható kohéziónövekedést.

Az elvégzett kísérletek leírását és kiértékelését 2010-ben Műszaki Szakértői Jelentés [8] formájában adtuk át a megbízónak. A legfontosabb konklúziók röviden:

- A tömedékeléshez javasolt visontai pernye koncentrációja 35 tf%. E koncentráció felett az üregekben való „szétfolyást” gátolhatja a nagyobb nyugalmi határfeszültség, bár a csőszállítás nagyobb koncentrációban is biztonságosan kivitelezhető.
- Különösen fontos a pontos bekeverési koncentráció beállítása.
- A bekeverésnél forgólapátos segéd keverőszivattyút kell alkalmazni, amely „megdolgozza” az anyagot.
- Különösen fontos a drénező rendszer, vagy rendszerek kiépítése.
- A csőkifolyástól számított max. 7 napon belül történjen meg a pernye kitermelése, elszállítása és betömedékelése.
- Javasolt a pernye száraz tömegéhez viszonyított 3 tm% por formájú égetett mész (CaO) adagolása.

#### A tömedékelési technológia fejlesztése

A megalapozó kísérletek eredményei alapján a bányabezárást végző cégek – az intézet konzultálása mellett – átépítették, továbbfejlesztették a technológiát.



**5. ábra:** A hidraulikus tömedékelés bekeverő rendszere

2 első bekeverő medence, 3 második bekeverő medence, 4 utolsó medence a csőtorkolattal, 5 mész silók, 6-27 dezagregátor; 7 rács; 8-9-28 propellerkeverők, 14-17 vízcsap, 15-19 vízágúk, 16 загyszivattyúk



Az első feladat, amelyet meg kellett oldani, az a koncentráció pontos beállítása volt. Az intézetünk kidolgozott egy egyszerű mintavételi módszert a tömegnedvesség meghatározására, amely szerint mérőhengerbe kell mintát venni a beszállított pernyéből, amelyhez ismert mennyiségű vizet kell önteni. Keveréssel az ömlesztett pernyében lévő levegő eltávolítható, az elkészült zagy sűrűsége mérhető. A szemcsesűrűség ismeretében a beszállított pernye nedvességtartalma kiszámítható, amely ismeretében adott szállítmányhoz meghatározható a még szükséges bemosató víz. Ez a bemosató víz: bányavíz, amelyet a zsompból előzőleg tartályokba szivattyúztak. A tömedékelés első technológiai lépéscsoja a bekeverés (5. és 6. ábra).

A kamionokkal beszállított pernyét a bányaudvaron hányóba öntik. A por formájú égetett meszet két silóban tárolják. A nyers pernyét egy 1 m<sup>3</sup> kanál térfogatú, homlokkanalas munkagép adja fel a rácsra, ill. a dezaggregátorra, amely a nagyobb összetapadt darabokat törli szét. A medencébe kerülő pernye bemosatására 3 db vízágú szolgál, amelyek már rendelkezésre álltak, azonban ezekhez vízórát szereltek, így csak a meghatározott mennyiségű víz kerül felhasználásra. A megtervezett 35 tf% koncentráció beállításához szükséges hozzáadott mosató víz nem elég az egy adagban feladott pernye zagysítására, ezért amikor a víz elfogy, zaggyal kell tovább folytatni a bekeverést. A búvár zagyszivattyúk emelők függnek, így állítható az a mélység, – azaz a koncentráció – ahonnan szívják. A mész silók aljára épített pneumatikus adagoló egy közbenső csőbe adagolja a mészport, majd vízszugár szivattyúban történik a bekeverés. A kész mész-szuszpenzió az első medence alsó részére installált forgólapátos keverők mellé kerül feladásra. Amikor egy adag bekeverése (jellemzően 56 tonna) elkészül, a zsilipen keresztül a második keverő medencébe, majd onnan egy másik zsilipen keresztül az utolsó medencébe engedik, végül a zagy a tömedékelő csővezetékbe egy szelepen keresztül jut. A tömedékelő csővezeték egy kb. 40 m hosszú ferde csőszakasz után a függőleges aknában folytatódik. Attól függően, hogy a bánya melyik szintjén és melyik üregében tömedékelnek a teljes függőleges mélység max. 320 m, a teljes csőhossz max. 1000 m lehet. A kétfokozatú bekeverő medence a folyamatos üzemű tömedékelés miatt lett kiépítve, azonban a zagyképzés ideje jellemzően 30-50 perc, a csővezetékben való áramlás, pedig csak 5-6 perc, így nem lehet szinkronizálni a második medencéből az ürítést és az elsőben a zagyképzést, azaz szakaszosan kell a technológiát üzemeltetni. Ez felvetette azt a problémát, hogy a tömedékbe kerülő mosató víz mennyiségét minimalizálni kell. A szállítás kezdetekor vízzel nedvesíteni kell a csővezetékét, a végeztével pedig ki kell öblíteni az üledéket. A mosóvíz mennyiségét részben jó kommunikációval lehet csökkenteni, azaz a különböző szinteken dolgozó bányászok tudják, hogy éppen mi folyik ki a csővégen, másrészt a csővezeték legmélyebb pontja az akna kilépőnél kiépített befordulásnál található, ahonnan egy szelepen keresztül a vízszintes csőszakaszban lévő víz a bányazsompba vezethető.



**6. ábra:** Az első bekeverő medence és a szivattyúval végzett zagyszívás

Megállapíthatjuk, hogy a röviden ismertett továbbfejlesztett tömedékelési technológia a megelőző vizsgálatok során feltárt konklúziókat egy kivétellel kielégíti, ez pedig, a tömedékelt zagy vízelvezetése, azaz a drén-rendszer kiépítése. A víz alatt hagyott pernye nem köt meg, a mobilis vizet el kell szívárogtatni. Erre a problémára a valódi eredményt adó megoldást a kivitelező cégek találták meg, ez nem a cikk szerzőinek az érdeme, de leírjuk az ötlet lényegét, mert így érthető a kialakult komplex rendszer. A cégek számos drén-rendszert beépítettek és kipróbáltak, amelyek a pernye zagy felől, szűrőn keresztül próbálták a vizet elvezetni. Pl. a tömedékelt ferde fejtési üreg alsó vágatának az aljába perforált drén csövet helyeztek, amelyet geotextillel és osztályozott kavicsal fedtek le. Ugyanennek a vágatnak a végét osztályozott kőből készített gáttal zárták le, amelynek mindkét végébe szintén geotextiltől és osztályozott kavicsból és homokból készített szűrőt helyeztek. Ezeket a szűrőket a pernye gyakorlatilag eltömítette. Az ötlet az volt, hogy a vízelvezetést nem a pernye irányából, hanem az alsó kőzetek irányából kell elvégezni, azaz az előkészítés során meg kell keresni a fakadó vizek helyét, és oda kell drént kiépíteni, amely a kőzet irányából fogja a vizet elvezetni. Ez a módszer a gyakorlati tapasztalatok alapján bevált.

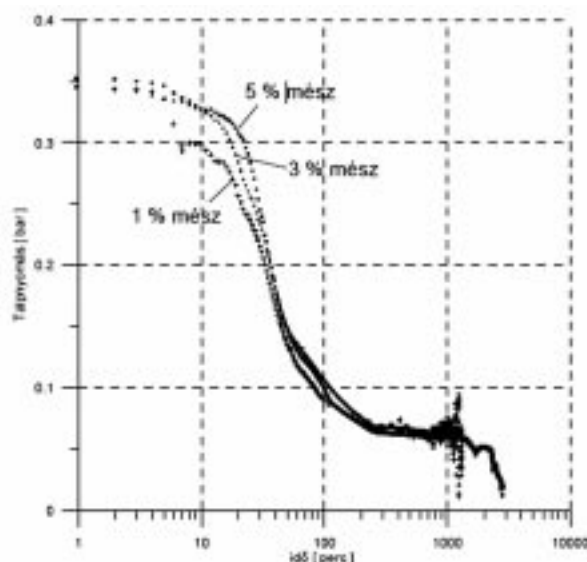
### Vizsgálatok a technológia ellenőrzésére

A második fejezetben leírt megalapozó vizsgálatok eredményei az alapvető válaszokat megadták a sikertelen 2009-es próba-tömedékelés okaira, ill. a technológia továbbfejlesztése is elkezdődött, amelyről fentebb adtunk számot. Azzal párhuzamosan az intézetünk egy újabb átfogó vizsgálatot végzett [9], amelynek a célja az alapvető paraméterek hatásának, egyéb adalékanyagoknak, a tömedék hosszabb távú viselkedésének, esetleges szennyező anyagok kioldódásának a részletesebb vizsgálata volt. A vizsgálatokat ezúttal is mintavételezéssel és az anyagvizsgálatokkal kezdtük. Az anyagjellemzőkben egy érdemi eltérést találtunk, a pernye piknométerben mért szemcsesűrűsége 2323 kg/m<sup>3</sup>, ami nagyobb, mint a 2 évvel korábban mért. Ez jelezheti azt,



hogy a Mátrai Erőmű más tüzelőanyagot (biomassza, másodlagos tüzelőanyag) is éget.

Ülepedési vizsgálatokat végeztünk a 3 m-es ülepítő hengerben (2. ábra) az égetett mész ülepedésre gyakorolt hatásának a vizsgálatára. Az elkészített 35 tf%-os pernye-bányavíz zagyhoz 1, 3 és 5 tm% égetett meszet adtunk. A 7. ábrán a gyakorlatilag azonos magasságról (azonos térfogatú töltet) induló ún. drénezett ülepítések esetén a mért talpnyomás értékeit ábrázoltuk.



7. ábra: A talpnyomás az idő függvényében

A vizsgált jelenség összetett, mivel egy ülepedési jelenség, egy víz elszívási jelenség és a mész miatt egy szilárdulási jelenség játszódik le egyidőben. Mindhárom mézszadagolás mellett, a kísérletek vége gyakorlatilag azonos, a szemcsés halmaz a henger falán öntartóvá vált, a víz elszívárgott, így nem mérhető talpnyomás. Az ülepedés első 100 percében a nagyobb mézstartalom kis mértékben gátolta az ülepedést és a víz elszívárgását is, de a tömedék (üledék) szilárdsága természetesen javult.

A savas víznek kitett tömedékanyag hosszú távú viselkedését (3, 7, 14 és 28 napos korban) és két másik lehetséges adalékanyag (portland cement és LKD – Lime Kiln Dust, azaz kis reaktivitású mész) hatását is vizsgáltuk. A tömedék modell mintákat a 2. pontban leírtakhoz hasonlóan készítettük el. Az egyik mérési sorozatban a laboratóriumban kezeltük a mintákat a bányavízzel, a másik sorozatban pedig ténylegesen a bányában helyeztük a lassan áramló bányavíz útjába a mintákat. A víz kémiai elemzését, a szivárgási tényező, a porozitás, a kohézió és a belső súrlódási szög mérését 3, 7, 14 és 28 nap eltelte után végeztük el. Megállapítottuk, hogy a portland cementtel és kis reaktivitású mésszel kezelt tömedékek kisebb kohéziójúak és a szivárgású tényezőjük is kedvezőtlenebb, azaz továbbra is az égetett mész a javasolt adalékanyag. Azt, hogy esetleg nagyobb koncentrációban is célszerű lenne-e CaO-t adagolni, külön megvizsgáltuk. A 3 és 5 tm% mézszadagolás és a hosszú távú viselkedés (szilárdulás) hatását mutatja az 1. táblázat.

1. táblázat:

Szilárdulási jellemzők különböző mézszadagolásnál

	CaO 3%		CaO 5%	
	c (kPa) kohézió	$\varphi$ (fok) belső súrlódási szög	c (kPa) kohézió	$\varphi$ (fok) belső súrlódási szög
<b>3 nap</b>	1,3	37	7,5	22
<b>7 nap</b>	28	15	27	13
<b>14 nap</b>	55	21	20	28
<b>28 nap</b>	64	21	70	32

Fentieken túlmenően a hosszú távú vizsgálatok során a tömedékanyag kohézióját és belső súrlódási szögét 56, 84 és 168 napos korban is vizsgáltuk. A kiválasztott 3 tm% CaO adalékanyagot tartalmazó tömedékanyag 168 napos korban elért maximális kohéziója és belső súrlódási szöge 125 kPa-ra és 28°-ra adódott.

### Konklúzió

A gyöngyösoroszi szulfidos ércbányát hidraulikus tömedékelés útján kívánják véglegesen bezárni. 2009-ben egy vágatszakaszk kísérleti tömedékelését végezték el az akkorra elkészült technológiával, amely kedvezőtlen tapasztalatokat hozott. A Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézetének vizsgálatai és javaslatai alapján a technológiát továbbfejlesztették. Megoldották a pernye gyors felhasználását, a koncentráció pontos beállítását, a dezagglomerálást és a mész adagolását, a bekeverést forgólapátos szivattyúval intenzifikálták. A tömedékelést végző cégek megoldást találtak a tömedékanyag víztelenítésére, amikor a drént a kőzetek irányából érkező fakadó vizek útjába és nem közvetlenül a pernye tömedék alá építették. Mindezen fejlesztések eredménye, hogy a technológia mára jól működik, és már kb. 2500 tonna pernyét betömedékeltek, ill. az elkészült tömedék vizsgálatai is jó eredményeket adtak.

A konklúzióban foglaljuk össze a hidraulikus tömedékelő csővezeték főbb paramétereit a jelenlegi kiépítésnek megfelelően: 290 m geodetikus magasság, 870 m teljes csőhossz, 150 mm csőátmérő, egy adagban bekevert zagy mennyisége: 56 tonna – 40,4 m<sup>3</sup> –, zagsűrűség 1385 kg/m<sup>3</sup>, a csőben való lefolyás ideje 6 perc. A hidrosztatikai nyomás, ami megegyezik az áramlási nyomásvesztéssel 39,4 bar, a térfogatáram 404 m<sup>3</sup>/óra, az átlagsebesség a csőben 6,35 m/s. Mindezek alapján kiszámítható a fajlagos nyomásesés, ami 4528 Pa/m. Ez nagyon jól egyezik az 1996-ban a Mátrai Erőmű sűrűzagyos, azonos csőátmérőre és koncentrációra számított 4200 Pa/m értékével.

### Köszönetnyilvánítás

A cikk a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

## IRODALOM

- [1] *N. Sivakugan, R. M. Rankine, K. J. Rankine, K. S. Rankine:* Geotechnical considerations in mine backfilling in Australia. *Journal of Cleaner Production* 14 (2006) 1168-1175.
- [2] *Wang X., Zhao B., Zhang C., Zhang Q.:* Paste-like self-flowing transportation backfilling technology based on coal gangue. *Mining Science and Technology* 19 (2009) 0137-0143
- [3] *Kuganathan K.* 2001: Mine backfilling, backfill drainage and bulkhead construction – a safety first approach. *Australia's mining monthly* February, pp 58-64.
- [4] *Tarján I. and Fajtli J.* 1998.: The Distinction of the Fine Suspension Flow from the Coarse Mixture Flow by Measuring of the Pressure Loss on a Horizontal Pipe. *HYDROMECHANISATION 10*, International Conference, pp. 185-194, Zakopane, Poland
- [5] *Fajtli J.:* Design of transport of particulate materials by fluid flow in pipelines Part 1: Experimental equipment and model. pp. 10-15. *Építőanyag.* 63. évf. 1. szám. 2011. (HU ISSN 00 13-970 x)
- [6] *Fajtli J.:* Design of transport of particulate materials by fluid flow in pipelines Part 2: Calculation of the pressure loss. pp. 2-7. *Építőanyag,* 64. évf. 1-2. szám. 2012. (HU ISSN 00 13-970x)
- [7] *Bóhm J., Benke L., Tarján I., Fajtli J., Bóhm Jné, Gombkötő I.:* Mátraszentimre térségében lévő fejtési üregek, nyitott bányatérsek tömedékelésének előkészítése. *Műszaki szakértői tanulmány.* Miskolc, 2004.
- [8] *Fajtli J., Csőke B., Mucsi G., Gombkötő I., Veres A., Kovács B., Kántor T., Zákányi B.:* Erőműi pernye zagy és más adalékanyagok eljárástechnikai vizsgálata mélyművelésű bánya tömedékelése céljából. *Műszaki szakértői tanulmány.* Miskolc, 2010.
- [9] *Bóhm J., Kovács B., Mucsi G., Gombkötő I., Fajtli J., Kántor T., Zákányi B.:* Deponált erőműi pernye-mész keverék tömedék-anyag hosszú távú viselkedésének vizsgálata. *Műszaki szakértői tanulmány.* Miskolc, 2011.

**DR. FAITLI JÓZSEF** 1989-ben a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen szerzett bányagépészeti és bányavillamossági mérnök diplomát. Hosszabb külföldi tanulmányutakat (Louvain-la-neuve, Belgium Tempus ösztöndíj 7 hónap 1991-ben, Chicago, USA Fulbright ösztöndíj 12 hónap 1993-94) követően 1998-ban szerzett PhD oklevelet mechanikai eljárás technika tudományterületen. 2012. július 1-jétől a Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárás technikai Intézet igazgatója. Fő oktatási és kutatási területe a többfázisú áramlások, szennyezés, mintavételezés, porleválasztás, számítógépes szimuláció stb. Tudományos publikációinak száma 80.

**DR. BÓHM JÓZSEF** 1971-ben szerzett bányamérnöki oklevelet a Nehézipari Műszaki Egyetemen, ezután az Ásványelőkészítési Tanszéken gyakornok, tanársegéd, 1977-től adjunktus, 1997-től egyetemi docens. A műszaki tudományok kandidátusa, PhD doktor. 1988-tól 2001-ig, majd 2010-től a Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárás technikai Intézet igazgatója. Kutatási és oktatási területe felöleli az ásványelőkészítést, a környezetvédelem és az eljárás technika teljes területét. Nagyszámú folyóiratcikk, konferencia előadás, könyvrészlet, szabadalom és kutatási jelentés szerzője. 1987-től dékánhelyettes, 2001-től 2009-ig a Műszaki Földtudományi Kar dékánja. Tagja az MTA Bányászati Tudományos Bizottságának és több szakmai és tudományos bizottságnak.

**DR. MUCSI GÁBOR** a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárás technikai Intézetének docense. Előkészítéstechnika mérnöki diplomáját 2002-ben, PhD-fokozatát 2009-ben szerezte a Miskolci Egyetemen. Fő oktatási és kutatási területe a mechanikai eljárás technikai műveletek, szűkebben az aprítás (finomórlás) témaköre, az elsődleges és másodlagos nyersanyagok előkészítése, ill. az ipari hulladékok hasznosítása. Jelenleg közel 60 publikációval rendelkezik javarészt idegen nyelven.

**DR. GOMBKÖTŐ IMRE** 2000-ben a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karán szerzett előkészítéstechnikai mérnök diplomát. Jelenleg a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárás technikai Intézet oktatója. Részt vesz a Műszaki Földtudományi és Környezeti Tudományi Oktató, Kutató és Innovációs Központ működtetésében. Jelentős tapasztalatokkal rendelkezik az ásványi és másodnyersanyagok fizikai-mechanikai eljárásokkal történő feldolgozásában, a hulladékhasznosításhoz kapcsolódó technológiai műveletekben. Szerzője és társszerzője számos, a magyarországi hulladékhasznosítás, bányatömedékelés, paszta technológia és a reaktív gátek témakörét érintő publikációnak. Aktívan vesz részt különböző K+F tevékenységekben.

### Kína és a ritkaföldfémek

A jelenlegi ismeretek szerint a világon meglévő ritkaföldfémkészletek 23%-a Kínában van, és jelenleg a kibányászott, a kohósított és a feldolgozott termékek 90%-át Kína állítja elő (2011-ben 96 900 t-át). Mivel a ritkaföldfémek ipari alkalmazása a modern technológiákban (számítógépek, LCD monitorok, szélérőművek, hibrid meghajtású autók, energiatakarékos izzók, katonai felszerelések, rakéták, lézerek, radarrendszerek, éjjellátó készülékek, műholdak stb.) igen fontos szerepű, ez az egyik oka a Kína és a nemzetközi piac közti feszültségnek.

Ezért Kína kormánya 2012. június 20-án tájékoztatást adott közre a ritkaföldfémeket feldolgozó iparáról, és kéri, hogy minden ország tegyen többet a készletek felkutatására, a kitermelésre és az ipari felhasználás fejlesztésére. A kínai kormány szerint náluk már jelentkeztek a belső gondok:

- a geológiai készletek gyors felhasználása,
- súlyos környezeti károk (radioaktív anyag keletkezik),
- a gyártó kapacitás túlzott igénybevétele,
- nagy különbségek az árak és az értékek között,
- a feldolgozott termékek csempészése.

Kína nem ismeri el az árak miatt őket ért támadásokat, mert 2000 és 2010 között a ritkaföldfémek ára 254%-kal emelkedett, míg a réz 413%-kal, az arany 439%-kal, a vasérc pedig 484%-kal.

Kína kormánya tárgyalásokat, a termelők és felhasználók közti nemzetközi kooperációt javasol, mert el kell kerülni a spekulációkat és közösen meg kell oldani a környezetvédelmi gondokat, hogy az ipar fejlődni tudjon.

*Engineering and Mining Journal 2012. július*

*Bogdán Kálmán*

# A gyöngyösoroszi flotációs meddőanyag, mint klinker adalékanyag cement-víz keverékre gyakorolt hatásának vizsgálata

DR. MÁDAI VIKTOR okl. bányageológus mérnök, okl. informatikus mérnök, adjunktus, Miskolci Egyetem, Ásványtani Földtani Intézet, Ásvány- és Kőzettani Intézeti Tanszék



*A színesfémek bányászatához kapcsolódó flotációs ércdúsítási eljárás világszerte évi több millió tonnányi flotációs meddőanyagot termel, melynek elhelyezése hatalmas területeket igényel, és a biztonságos tárolás speciális követelményeket támaszt a tározó kijelölése, kialakítása és üzemeltetése során. Mindez jelentős költségeket jelent a bányavállalkozások számára, ill. a korábbi hátrahagyott hányók esetében az állam számára.*

*A finomra örölt flotációs meddők másodnyersanyagként történő hasznosítása jelentős költségcsökkentéssel járhat mind a területhasználat csökkentése, mind az elfolyó vizek kezelésének és tárolásának kisebb volumene révén. Az észak-magyarországi régióban, Gyöngyösoroszi határában mintegy 2,5 millió m<sup>3</sup> flotációs meddőanyagot halmoztak fel a bányászat és a flotációs ércdúsítás 1986-os leállításáig. Az itt tárolt finom homok szemcseméretű, főként kvarc anyagú meddő a vizsgálatok tanúsága szerint szilikátforrásként alkalmas a cementgyártásban való felhasználásra.*

## Bevezetés

A hidraulikus kötőanyagokkal történő bányászati meddőanyag szilárdítás régóta ismert eljárás környezetvédelmi, illetve másodnyersanyag fejlesztési szempontból. Az egyik legfontosabb előny a cementált anyag (elsősorban a pórusokban lévő oldatok) pH-jának jelentős emelése. Ugyancsak fontos és előnyös eredmény a potenciálisan toxikus koncentrációban a meddőben jelen lévő nehézfémek (kadmium, arzén, ólom, réz, cink) csapdázása a klinker kristályszerkezetébe, illetve a hidratált (főként hidroxidokból álló) komponensek kristályszerkezetébe. Az ebből készült beton pedig nem bocsát ki szennyező fluidumokat a környezetbe. A cementpaszta, illetve a betonok szilárdulási sajátosságaira a flotációs meddő nehézfém-tartalma nem, vagy csak igen enyhén gyakorol hatást. Nukleáris hulladékok ártalmatlanítására is alkalmaznak hasonló technikákat [1]. A megkötődés további mechanizmusai változatosak: felületre történő kötés (szorpció), valamint zárványként való befoglalás (betokozás, az angolszász irodalomban encapsulation). Kifejezetten gyakori a kalcium-aluminátokban, illetve ettringithez való kötődés.

Cementgyártási nyersanyagként felhasználva a szulfid tartalmú, finomszemű flotációs bányászati meddőt, további előny az égetési folyamat során az energiaigény csökkenése a vas-szulfidok erőteljes hőtermelő oxidációjának köszönhetően.

A nehézelemek megkötéséért felelős komponens vízzel való kölcsönhatása során viselkedhet inert fázisként, illetve hidraulikus kötőanyagként. Első esetben a szennyező komponens a kristályszerkezetbe zárva marad, és onnan nem szabadul ki. A második lehetőség amikor a csapdázó összetevő különböző szerkezetű hidrátokat képez és ezekben történik a csapdázódás. Egy egyszerűsített reakció sémával a következőképpen írható le az első lehetőséget reprezentáló folyamat (1 és 2):



Az 1-es egyenletben az alábbi jelöléseket látjuk: A és B nem hidratált kötőanyag összetevők, M a megkötődő nehézfém, AB(M) a nem hidratált kötő komponens amely a nehézfémet felvette. A 2-es egyenletben a nehézfém tartalmú anyag ugyan találkozik a vízzel, azonban új hidratált kristályszerkezet nem jön létre.

A második mechanizmus a következőképpen írható le (3):



A 3-as reakció során a fémet megkötő komponens (AB(M)) vízzel való reakciója során új hidratált kristályszerkezetet hozott létre (H(M)OH<sub>2</sub>), amelyben a nehézfém (M) már az új hidrátszerkezetben van jelen.

Az 1-es egyenlettel leírt hipotézis a kerámia, illetve üveg szerkezetekben való csapdázódást mutatja be, ezek utólagos hidratációs folyamatait elhanyagolva. A második hipotézis a klinkerásványok hidratációja révén az új hidrátszerkezetben történő csapdázódást példázza. A magas hőmérsékletű égetéssel létrehozott hidraulikus kötőanyagok nyersanyagai természetes anyagok, úgymint az agyag, a bauxit, a mészkő, a márga, amelyek fő elemei Ca, Si, Al, Fe, Mg, Na, K, S, O. A tüzelőanyagként, illetve egyéb bekevert anyaggal akcesszórius (mellékes, járulékos), a fentiekhez képest jóval alacsonyabb koncentrációkkal megjelenő elemek mutathatók ki a fent leírt elemtársulásban. Mellékesek abban az értelemben is, hogy a végtermék fizikai, fizikokémiai tulajdonságait elhanyagolható mértékben változtatják meg. A bányászati meddők bekeverése a nyersanyagok közé éppen ezeket az elemennyiségeket emeli. Az 1. táblázatban a közönséges portlandcement akcesszórius elemei közül tüntettem fel néhányat 200 darab klinker minta elemzési eredményeinek átlagaként. A Gyöngyösoroszi határában deponált meddőanyagban is ezen elemek okoznak környezeti gondot.



## Mintaanyagok és alkalmazott mérési módszerek

A Gyöngyösi határán deponált flotációs meddőanyagot sekélyfúrással (Mecsek-Öko Zrt. ZT-4) és a hányó felszínéről vett anyaggal mintáztam. A sekélyfúrási anyagát a mélység függvényében 20 cm-enként mintáztam. A vett mintaanyag mennyisége mintánként 200-400 g volt. A mintákat szobahőmérsékleten történő több napos laboratóriumban való szárítás után 5 µm átlag szemmagyságúra porítottam achát mozsárban [7].

Az így előkészített mintákon röntgen-diffrakciós fázisanalízist végeztem. A kapott ásványi komponens mennyiségeket elemkoncentrációkra számoltam át, amelyet a Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) által végzett, a flotációs meddőhányót is vizsgáló kutatásai- ból származó, hasonló elvek alapján vett mintáinak ICP-OES, és röntgen-diffrakciós méréseinek eredményeivel korrigáltam [6, 8]. A röntgen-diffrakciós méréseket a Miskolci Egyetem Ásvány- és Kőzettani Intézeti Tan- szerkének BRUKER D8 Advance típusú röntgen diff-

**1. táblázat:** *A közönséges portland cement néhány akcesszórius eleme [1]*

Elemek	Portland cement (tömegszázalék)	Gyöngyösi hányó (tömegszázalék)
Cd	0,00001-0,00017	0,0015
Pb	0,00087-0,0171	0,2332
As	0,0013-0,0117	0,0206
Cu	0,0038	0,0610
Zn	0,0021-0,0290	0,2028

**2. táblázat:** *A gyöngyösi meddő egyes elemeinek klinkerfázisba foglalhatósága*

Főbb elemek	Maximális koncentráció (tömeg %)	Alit (C <sub>3</sub> S)	Belit (C <sub>2</sub> S)	Aluminát (C <sub>3</sub> A)	Ferrit (C <sub>4</sub> AF)	Önálló szemcse vagy zárvány vegyülete
Cd	>5					(CaCd)O
Pb	>5					PbO
As	1,5-5					Ca <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
Cu	0,2-0,75	+			+	
Zn	0,2-0,75	+			+	

**3. táblázat:** *A kadmium Cd<sup>2+</sup> kötődési sajátosságai a cement-víz rendszer alkotóihoz [3]*

pH	Karbonát	Hid- roxid	Szulfát	CSH ♦	Önálló szemcse, zárvány vegyülete	Pórus- oldat
13				Be, Fe*		CdO <sub>2</sub> <sup>2-</sup>
12		Cd(OH) <sub>2</sub>				
11	CdCO <sub>3</sub>			C <sub>1</sub> SH, Be		
10	CdCO <sub>3</sub>			C <sub>0,66</sub> SH, Be		
9	CdCO <sub>3</sub>			C <sub>0,2</sub> SH, Be		
<7-8						Cd <sup>2+</sup>

♦ Kötődés módja: szorpció (So), befoglalás (Be), felületre kötődés (Fe), nagyobb bizonyossággal (\*)

raktométerén végeztem 40 kV gyorsító feszültség, 40 mA csőáram és Cu antikatód alkalmazásával.

A MÁFI laboratóriumában a röntgen-diffrakciós méréseket Philips PW 1710 típusú Cu-antikatóddal szerelt berendezésen, az elemvizsgálatok Jobin Yvon ULTIMA 2C szimultán-szekvens ICP-OES készüléken készültek, királyvizet feltárás után [6, 8].

## A kapott eredmények értelmezése

A 2. táblázatban a néhányszor 10 ppm mennyiségű nyomelemek klinkerfázisokba való befoglalásának lehetősége látható. A táblázat az egyes klinkeralkotókban a maximálisan befoglalható elem mennyiségeket mutatja [3]. Jól látható, hogy a flotációs zagy két fő alkotója a réz és a cink igen magas, mintegy 2%-os határig együtt égetve a klinker alkotóival, befoglalható a trialkalcium szilikát és a ferrit fázisok kristályszerkezetébe. Sajnos a kadmium, az ólom és az arzén csupán különálló szemcsét, vagy zárványt hajlandó képezni 5% feletti koncentrációkban a cementalkotókban.

### A kadmium kötődési lehetőségei a cement hidratált fázisaihoz

A kadmium hidratált cementfázisokhoz történő kötődését a 3. táblázat foglalja össze. Néhány kutató vélekedése szerint a környezeti szempontból erőteljes mobilitása, és már kis mennyiségben is toxikus volta miatt problémás fém a klinker égetése során az alit és a belit kristályrácsába épül be [1, 2]. A kutatók véleménye szerint a kadmium oxidos formában a klinker kristályaiban mint zárvány, enyhén lassítja a cement kötődését és visszatartja a nyomószilárdság növekedését a kötés során [3].

A 3. táblázat tanúsága szerint a kadmium előnyben részesíti a hidratált cementben a karbonátokat és a CSH-gél alkotóit. Magasabb pH-jú cement-víz rendszerben a kadmium a C<sub>2</sub>SH gél-összetevőben hidroxidos zárványként halmozódik fel, illetve hidroxidokat képez.

### Az ólom kötődési sajátosságai a hidratált klinkerfázisokhoz

Az ólom hidratált cementalkotókhoz való kötődési preferenciái a pH-függvényében a 4. táblázatban láthatók. Néhány kutató véleménye szerint az ólom a klinker égetés során a cement alit és belit fázisaihoz kötődik [1, 2]. Mások [3] véleménye szerint az ólom inkább oxidos zárványként, illetve kisebb oxidos összetételű kristályszerkezeti modifikációként, vagyis nem a klinkerfázis kristályrácsának részeként, valamint elkülönült, oxidos kötésben lévő ólomot tartalmazó szemcséként van jelen a cement alkotói között. A vélemények eltéréseinek oka az eltérő vizsgálati eszközök alkalmazása lehet. Transzmissziós elektron mikroszkópi technikával olyan szerkezeti rész-



letek is napvilágra kerülhetnek, amelyeket a pásztázó technika nem képes detektálni.

Egybehangzó vélemények szerint az ólom késlelteti a cementpaszta szilárdulását [4]. A cement elsődleges hidratációját követően az ólom a hidroxidokban dúsul fel. Néhány kutató a szilárdulás késleltetésén túlmenően a nehézfém kötőgyorsító hatásáról is beszámol [3]. A többek által tapasztalt szilárdulásbeli késést a klinkerfázisok felületén hidroxidos formában szorpció révén kötődő ólom jelenléte magyarázza, amely a további, a klinker szemcse mélyebb régiói felé haladó hidratációt gátolja.

4. táblázat:

*Az ólom  $Pb^{2+}$  kötődési sajátosságai a cement-víz rendszer alkotóihoz [3]*

pH	Karbonát	Hidroxid	Szulfát	CSH ♦	Önálló szemcse, zárvány vegyülete	Pórus-oldat
13		$Pb(OH)_2$		$So^*, Fe$	$PbO$	
12		$Pb(OH)_2$			$PbO$	
11	$PbCO_3$					
9	$PbCO_3$			$C_{0.2}SH, Be$		
5	$PbCO_3$					
5-1			$PbSO_4$			$Pb^{2+}$
<1						$Pb^{2+}$

♦ Kötődés módja: szorpció (So), befoglalás (Be), felületre kötődés (Fe), nagyobb bizonyossággal (\*)

5. táblázat:

*Az arzén  $As^{5+}$  kötődési sajátosságai a cement-víz rendszer alkotóihoz [3]*

pH	Karbonát	Hidroxid ♦	Szulfát	CSH	Önálló szemcse, zárvány vegyülete	Pórus-oldat
13		$Ca(OH)_2 (So^*)$				
12		$Ca(OH)_2 (So^*)$				
11						
7						

♦ Kötődés módja: szorpció (So), befoglalás (Be), felületre kötődés (Fe), nagyobb bizonyossággal (\*)

6. táblázat:

*A réz kötődési  $Cu^{2+}$  sajátosságai a cement-víz rendszer alkotóihoz [3]*

pH	Karbonát	Hidroxid	Szulfát	CSH ♦	Önálló szemcse, zárvány vegyülete	Pórus-oldat
13				Be		$CuO_2^{2-}$
12	$Cu_2CO_3(OH)_2$	$Cu(OH)_2$		Be		$CuO_2^{2-}$
11	$Cu_2CO_3(OH)_2$	$Cu(OH)_2$		$C_1SH, Be^*$	$CuO$	
10	$Cu_2CO_3(OH)_2$	$Cu(OH)_2$		$C_{0.66}SH, Be$	$CuO$	
9	$Cu_2CO_3(OH)_2$	$Cu(OH)_2$		$C_{0.2}SH, Be$	$CuO$	
<7			$PbSO_4$			$Cu^{2+}$

♦ Kötődés módja: szorpció (So), befoglalás (Be), felületre kötődés (Fe), nagyobb bizonyossággal (\*)

*Az arzén hidratált klinkerfázisokhoz való kötődése*

Az arzén hidratált cementalkotókhoz való kötődése a pH-függvényében az 5. táblázatban látható. Szorpció révén az arzén alapvetően a kalcium-hidroxid lemezes kristályainak felületére kötődik, a cementpaszta elsődleges hidratációja során. Ahogy a szilárduló paszta pH-ja csökken (illetve a már kész beton porúsvízének pH-ja is visszaesik) az arzén mobilizálódni kezd a rendszerből [3].

*A réz hidratált klinker-komponensekhez való kötődése*

A réz cement-víz rendszer alkotóihoz való kötődése a 6. táblázatban látható. A maximálisan 0,35 tömegszázaléknyi rézet tartalmazó cementek hidratációs reaktivitását kalorimetriás mérésekkel és nyomószilárdság vizsgálatokkal tanulmányozták [3]. Noha a hidratációban a fent említett küszöbértékig nem tapasztaltak változásokat, a korai fázisú (1-nap) nyomószilárdsági értékek jelentősen, mintegy 30%-kal maradtak el a kontroll mintákon mért értékektől. Az idő múlásával azonban a szilárdulási folyamat felgyorsult, és már a 7 napos nyomószilárdságaik elérték, bizonyos esetekben felül is múlták a rézzel nem dúsított minták mérési eredményeit [2]. Megállapítható tehát, hogy a rézzel dúsított cementek hidratációs sajátosságai, noha időben más lefolyású reakciók révén is, de nem térnek el hosszabb időt alapul véve a kontroll csoport mintáinak hidratációjától, és ezen keresztül a szilárdulás időbeli lefolyása sem tér el meghatározó mértékben a rézzel nem kevert minták kötési sajátosságaitól [3].

A fenti vizsgálati eredmények tükrében megállapítható, hogy a réz alapvetően a karbonátokat és a hidroxid fázisokat részesíti előnyben a CSH gél összetevői mellett. A különálló szemcsékben, illetve a pórusoldat összetevői között oxidos fázisokban dúsul.

*A cink hidratált klinkerfázisokhoz való kötődése*

A 7. táblázatban látható a cink hidratált cement-fázisokhoz való kötődése [3]. Jól látszik, hogy a fő cinkescapdázó fázisok a hidroxidok. Fontos kötő komponensek még a CSH-gél, valamint az egyéb szemcsékbe foglalt, oxid vagy hidroxid összetételű zárványok. A kutatók egy részének véleménye szerint az oxidos kötéstű cink lassítja a cementpaszta szilárdulását és csökkenti a nyomószilárdságot [5]. Mások véleménye szerint [2] semmiféle mérhető változás nem tapasztalható a cement technológiai tulaj-

7. táblázat:

A cink  $Zn^{2+}$  kötődési sajátosságai  
a cement-víz rendszer alkotóihoz [3]

pH	Karbonát	Hidroxid	Szulfát	CSH ♦	Önálló szemcse, zárvány vegyülete	Pórus- oldat
13		$Ca Zn_2(OH)_6 \times 6H_2O$		So, Fe	$Zn_4Si_2O_7(OH)_2 \times H_2O$	$ZnO_2^{2-}$
12		$Zn(OH)_2$		So, Fe	ZnO	
11		$Zn(OH)_2$		$C_1SH$	ZnO	
10		$Zn(OH)_2$		$C_{0,66}SH, Be^*$	ZnO	
9		$Zn(OH)_2$		$C_{0,2}SH, Be^*$	ZnO	
7-8	$ZnCO_3$					

♦ Kötődés módja: szorpció (So), befoglalás (Be), felületre kötődés (Fe), nagyobb bizonyossággal (\*)

donságaiban cink adagolás hatására [3]. A kutatók első sorban a hidratációs sajátosságokat és a szilárdulás sebességét, mértékét vizsgálták. Megemlítendő, hogy a cink klinkerfázisokba való befoglalásának küszöbértéke 0,7 tömegszázalék, amely elérése esetén a klinker trikálcium-szilikát tartalma csökkenni kezdett [1].

### Következtetések

A portland cement klinkerfázisaiban és azok hidratált komponenseiben stabilan megköthető nehézfémek lehetséges mennyisége meghaladja a Gyöngyösesorosi határában deponált flotációs meddő toxikusnak tekinthető nehézfém tartalmát. A klinker, illetve hidroxid fázisok szerkezetükben, vagy szorpció révén felületükön képesek a meddő nehézelem tartalmát megkötni és azt meg is tartani.

A gyöngyösesorosi flotációs meddőhányó átlagosan mintegy 0,0015 tömegszázalék kadmiumot tartalmaz. Az összetevő alacsony koncentrációja arra enged következtetni, hogy igen enyhe hidratációs késést és szilárdulásbeli visszaesést okoz a meddő kadmiumtartalma a cementpasztában.

Mivel a hányó átlagban mintegy 0,2332 tömegszázaléknyi ólomot tartalmaz, enyhe szilárdulásbeli késés és hidroxidokban, később a beton tönkremenetele kapcsán karbonátos fázisban kötődő, esetleg szulfátokat formáló ólom megjelenése várható a szilárduló, majd mállásnak induló cementpasztában.

A gyöngyösesorosi flotációs meddő átlagosan 0,0206 tömegszázalék arzént tartalmaz, részben szulfidos kötésben. A cementpaszta szilárdulása során létrejövő, a beton kötését biztosító kalcium-hidroxid hidak felületére felületi kötődéssel kapcsolódó arzén igen mobilis és a pH csökkenésével kimosódik a rendszerből. Viselkedésének tisztázására további vizsgálatok szükségesek.

A flotációs meddő mintegy 0,0610 tömegszázalék rezet tartalmaz átlagosan. Enyhe hidratációs módosító hatásán kívül a zagy réztartalma csak a kötés első néhány (7-nél kevesebb) napja során gyakorolna hatást a cement-víz rendszerre. A hét napnál idősebb cement-víz keverékek nyomószilárdságai és hidratációs hője

nem mutatna eltérést a rézzel nem kevert mintákon mért értékektől.

Tekintettel a meddő átlagosan 0,2028 tömegszázalékos cinktartalmára a klinkerképződés arányainak enyhe változása prognosztizálható. A trikálcium-szilikát mennyisége enyhén visszaszorulna a többi klinkerfázishoz képest, ám jelentős változás a cement hidratációs, illetve szilárdulási sajátosságaiban nem várható.

Az egyes klinkerfázisok, illetve az egyes hidratált cement összetevők eltérő pH-értékeknél eltérő formában kötik meg a nehézfémeket. Az elkészült beton pórusolatában is pH-függően figyelhetők meg eltérő formában (oxidációs állapotban) nehézelem-dúsulások.

A cement nyersanyagokhoz történő meddőhozzákeverés, mint finomszemű homok adagolása végezhető el. A meddő megfelelő szilikátforrásnak tekinthető.

A keletkező cement hidratációs és szilárdulási sajátosságai enyhén eltérőek lehetnek, ám ez a meddőhozzákeveréssel kapott cement felhasználási körét nem befolyásolja döntően.

### Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

### IRODALOM

- [1] Murat M., Sorrentino F.: Effect of large additions of Cd, Pb, Cr, Zn, to cement raw meal on the composition and the properties of the clinker and the cement. Cement and Concrete Research, 1996. Vol. 26, No. 3, pp. 377-385.
- [2] Gineys N., Aouad G., Sorrentino F., Damidot D.: Incorporation of trace elements in Portland cement clinker: Thresholds limits for Cu, Ni, Sn or Zn. Cement and Concrete Research, 2011. Vol. 41, 1177-1184.
- [3] Achternbosch M., Brautigam K. R., Hartlieb N., Kupsch C., Richers U., Stemmermann P.: Heavy metals in cement and concrete resulting from the co-incineration of wastes in cement kilns with regard to the legitimacy of waste utilisation. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit Förderkennzeichen (UFOPLAN No) 200 33 35, 2003.
- [4] Sprung S., Rechenberg W.: Reactions of lead and zinc in cement manufacture. Zem. Kalk Gips, 1983. Vol. 10, No. 83, pp. 539-548.
- [5] Knöfel D.: Modifying some properties of Portland cement clinker and Portland cement by means of ZnO and ZnS. Zem. Kalk Gips, 1978. Vol. 41, No. 3, pp. 157-161.
- [6] [http://www.mafi.hu/static/microsites/geokem/tubul/tubul\\_phd11.html](http://www.mafi.hu/static/microsites/geokem/tubul/tubul_phd11.html)

**DR. MÁDAY VIKTOR** 1996-ban szerzett bányageológus mérnöki diplomát a Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karán. 1996-tól 1998-ig nappali tagozatos doktorandusz hallgató az Ásvány- és Kőzettani Tanszéken. 1998-tól tanársegédként segíti a tanszék oktatási feladatait. 2003-ban informatikus mérnöki diplomát szerzett az egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Karán. 2005-től adjunktus, PhD fokozatát 2006-ban kapta meg. Kutatási tevékenységének fókuszpontjában a szulfid tartalmú bányászati meddő anyagok atmoszférikus oxidációja áll, különös tekintettel ezen anyagok másodnyersanyagként való hasznosítására. Magyar és angol nyelvű publikációinak, konferen-  
cia előadásainak száma meghaladja a harmincat.

## A gyöngyösi flotációs meddő fő elemeinek klinkerképzésben betöltött szerepe

**DR. MÁDAY VIKTOR** okl. bányageológus mérnök, okl. informatikus mérnök, adjunktus,  
Miskolci Egyetem, Ásványtani Földtani Intézet, Ásvány- és Kőzettani Intézet Tanszék



*A világ folytonosan növekvő nyersanyagszükséglete egyre jelentősebb volumenű nyersanyag kiterme-  
lést követel, ennél fogva a bányászat egyre jelentősebb mennyiségű meddőanyagot is termel. A korábbi  
bányászati és előkészítési tevékenység révén felhalmozott bányászati melléktermékek ugyancsak növelik  
az újrafeldolgozásra szoruló, másodnyersanyagnak nevezhető anyagtömeget, melyek hasznosíthatóságá-  
nak vizsgálata alapvető nemzetgazdasági és környezetvédelmi érdek.*

*Jelen tanulmány a Gyöngyösi határában felhalmozott, szulfidtartalmú, döntően kvarc anyagú  
flotációs ércdúsítási melléktermék cementipari hasznosításának egyik lehetőségével foglalkozik. A flotá-  
ciós meddő anyagán végzett kutatás eredményei alapján megállapítható, hogy a klinkerégető kemencébe  
adagolt flotációs meddő okoz ugyan technológiai nehézségeket a magasabb kén-dioxid kibocsátás, a je-  
lentősebb nehézfém tartalmú filterpor, valamint a könnyen illó alkáliák kemence atmoszférába keveredé-  
se miatt, ám ezek nem jelentősek. A keletkezett klinkerből készült cement hidratációs sajátságai általá-  
ban romlanak, ám nem jelentős mértékben, a cementpaszta korai szilárdulási reakciója pedig lassul  
ugyan, ám a hétnapos szilárdulási értékek már nem térnek el a kontrol anyagok ugyanezen tulajdonsá-  
gaitól.*

### Bevezetés

A cementgyártás során az égetőkemencébe adagolt meddőanyag komponensei jórészt a klinkerfázisok kris-  
tályszerkezetébe épülnek be. Ugyanakkor a klinker-  
gyártás melléktermékeiben, a porleválasztó filterben  
felhalmozódó filterporban, a füstgázokban is megjelen-  
nek. Emellett a keletkezett klinkerből készült cement  
hidratációs tulajdonságait is módosítják beépülésük  
módjától és a kristályszerkezetbeli koncentrációjuktól  
függően.

A szulfidos kötésben lévő, nehézfémeket tartalmazó  
ércdúsítási melléktermékek esetlegesen környezetkáro-  
sító komponenseinek más típusú, vízzel szemben inert,  
vagy aktívan hidratálódó kristályszerkezetbe zárása rég-  
óta foglalkoztatja a kutatókat [1, 2]. Ilyen lehetőség töb-  
bek között az uránbányászati, illetve uránerc dúsítási  
melléktermékek kapcsán erőteljesen tanulmányozott  
kerámiákba, üvegszerkezetekbe, illetve a klinkerkom-  
ponensekbe való beépítés. Utóbbi lehetőség azért is tű-  
nik előnyösnek, mert a cementgyártás klinkerképzési  
folyamatai során a folyamatosan működő csökemencé-  
ben 1450 °C-os hőmérséklet áll rendelkezésre a szulfi-

dos kötésű nehézfémek korábbi kötésből történő kisza-  
badítására.

A Gyöngyösi határában deponált meddőanyag  
évtizedekre visszanyúló története közelebb visz techno-  
lógiai szempontból fontos sajátságainak megismerésé-  
hez. A 18-19. században és 20. század elején folyt kuta-  
tások és kis volumenű bányászat után a nagyüzemi bá-  
nyászat 1952-vel kezdődött, mikor létrehozták Gyön-  
gyösi Ércbánya Vállalatot. A kutatás és feltárás, vala-  
mint az ércelőkészítőmű létesítése a termeléssel párhü-  
zamosan történt. A bányában a legnagyobb termelé-  
kenységet a magazin fejtések adták. Az előállított ter-  
mék ólom-, rezes ólom-, pirit- és cink-színpor volt. A  
termelés egészen az 1985-86-ban elrendelt tartós szüne-  
teltetésig tartott.

1951-1986 között 3,634 millió t ércet termeltek ki, eb-  
ből 56,9 kt ólom-, illetve rezesólm-színport, 150,7 kt  
cinkszínport és 63 kt pirit-színport nyertek ki. A fémmér-  
leg áttekintése kapcsán megállapítható hogy az ércelőké-  
szítő üzem működése során 419,3 kt nehézsuszpenziós  
meddő keletkezett, 2,944 Mt végmeddő és egyéb vesz-  
teség mellett. A Száraz ér völgyébe elhelyezett flotációs  
végmeddő becsült térfogata mintegy 2,1 millió m<sup>3</sup> [4].



## Mintaanyagok és alkalmazott mérési módszerek

A flotációs meddőanyagot mind felszíni, mind mélysebeli mintavételezési eljárásokkal mintáztam. A felszíni mintázás során gyűjtött mintegy 100 laza szerkezetű, körülbelül 200 g tömegű mintát jól záródó műanyag zacskókban helyeztem el. A mintázás lényegi elve a teljes felső meddőrégió eltérő oxidációs állapotának követése volt. Mivel a meddőhányó anyaga már keletkezése kapcsán is réteges felépítésű anyaghalmaz, amely eltérő minőségű ércanyaghoz utólagosan hangolt flotációs dúsítási technológia terméke, változó ásványos összetétel és nehézfém-tartalom jellemzi. Ebből következően nélkülözhetetlen volt a hányó anyagának mélységi mintázása is. A hányó korábbi környezetvédelmi szempontú viselkedésének monitorozásával megbízott cég a Mecsek Öko Zrt. által mélyített ZT-4-es sekélyfúrás anyagmintáit használtam fel. A sekélyfúrás anyagát a mélység függvényében 20 cm-enként mintáztam. A vett mintaanyag mennyisége mintánként mintegy 200 g-nyi volt.

További fontos szempont volt a hányó anyagának vízzel való reakciója kapcsán a csurgalékvízzel kimosódó elemek mennyiségének követése. A csurgalékvíz mintázása, savazása után az Ásvány- és Kőzettani Intézet Tanszék atomabszorpciós berendezésének adatait a Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) adataival korrigálva további elemek (Mn és Fe) szerepét is követni tudtam.

Az így mind a felszíni, mind a mélységbeli anyagváltozatosságot jól tükröző mintákat szobahőmérsékleten történő több napos, laboratóriumi szárítás után 5 µm átlag szemmagyságúra porítottam achát mozsárban [3, 4]. A por állagú, laza mintákon röntgen-diffrakciós fázisanalízist végeztem, derivatográfus mérések és scanning elektronmikroszkópos mérési technikák kiegészítő alkalmazásával. Az összesen mintegy 100 röntgen-diffrakciós, derivatográfus és elektronmikroszkópos vizsgálat során kapott ásványi komponens mennyiségeket korrigáltam a Magyar Állami Földtani Intézet által végzett kutatások átlagos ásványi összetételre vonatkozó adataival, majd elemkoncentrációkra számoltam át, amelyet a MÁFI hasonló mintáinak ICP OES méréseinek eredményeivel újra korrigáltam [3, 4].

A röntgen-diffrakciós méréseket az Ásvány- és Kőzettani Tanszék BRUKER D8 Advance típusú röntgen diffraktométerén végeztem 40 kV gyorsító feszültség, 40 mA csőáram, valamint Cu antikatód alkalmazásával.

A derivatográfus méréseket ugyancsak a tanszék Derivatograph C típusú készülékén 1000 °C-ig való egyenletes, 10 °C/perc hevítési sebességgel történő felhevítésével végeztem. Az alkalmazott mintatömeget 500 mg alatt, általában mintegy 100 mg környékén mértem be.

Az elektronmikroszkópos kiegészítő méréseket a tanszék Jeol 8600 típusú mikroszondáján végeztem, a minták szénnel történő gőzölése után.

A MÁFI laboratóriumában elvégzett elemvizsgálatok Jobin Yvon ULTIMA 2C típusú, szimultán-szekvens ICP-OES készülékén készültek, királyvizet feltárás

után szilárd anyagok esetében. Folyadék halmazállapotú mintáknál az intézet saját belső anyagelőkészítési szabványa szerint készítették elő a mintákat [3].

## Eredmények és megállapítások

A flotációs meddő ásványainak és a hányó csurgalékvízének meghatározó elemeit az 1. táblázatban foglaltam össze. A táblázat értékei a hányó korrigált átlagos ásványos összetételéből és a csurgalékvíz elemkoncentrációiból [5] származtatott értékeket tartalmaznak. (Saját és a MÁFI méréseiből számított, illetve átvett adatok, források [4, 5, 6])

### 1. táblázat:

*A gyöngyösesorosi flotációs meddőhányó meghatározó elemei*

Elemek	tömeg %
Cu	0,0610
Pb	0,2332
Zn	0,2028
As	0,0206
Cd	0,0015
Mn	0,0003
S	3,0948

Az egyes elemek cementgyártásban betöltött szerepe, valamint a fenti elemtartalmak alapján a flotációs meddő fent elemei a klinkergyártásban az alábbi szerepet töltik be:

### *A döntően szulfidok formájában jelenlévő Cu szerepe*

Bucchi [7] mintegy 16 ppm átlagos CuO mennyiségről számolt be cementgyártási nyersanyagokban, és kevesebb mint 0,13 tömegszázalék réz-oxid fordult elő vizsgálatait szerint szénből származó pernyékben. Ugyanezen kutató véleménye szerint átlagosan 90 ppm CuO fordul elő általában a cementipari klinkerben.

A réz döntően a ferrit fázisban fordul elő, amelyet az alit, az alumínát és a belit követ, mint egyre kevesebb réz-tartalmazó klinker összetevő. Miller [8, 21] vizsgálatait szerint oxidatív körülmények között kis mennyiségű CuO stabilizálja, javítja az alit képződését, míg redukáló viszonyok mellett a réz mint Cu<sub>2</sub>O éppen ellentétesen hat mind az alit mind pedig a belit képződésére. A CuO mint folyósító komponens jelentősen csökkenti az olvadáspontot [9].

Odler et al. [10, 11] mérései szerint 1% CuO adagolása hatékonyan csökkentette a klinker szabad mésztartalmát, ugyanakkor csökkentette a kemencében a nyersanyagok olvadáspontját is. Megállapítható, hogy a CuO gyorsítja a C<sub>3</sub>S képződését, míg a Cu<sub>2</sub>O kifejezetten gátolja azt. Az oldható rézsók, a cement hidratációs folyamatai során retarderként viselkednek, és alacsonyabb hidratációs hőt eredményeznek [13, 8, 21, 14]. Az effektus még erőteljesebb a trikálcium-alumínát esetében [14]. Réz hozzáadásával előállított klinkerből készült cementeknél, bizonyos esetekben csökken a szulfátok okozta expanzió vízfelvétel során [8, 21]. A réz oxidjai meglehetősen illékonyak a klinker égetésének

hőmérséklettartományában, mivel a CuO olvadáspontja 1326 °C, a Cu<sub>2</sub>O-é 1235 °C. Ebből következik, hogy egyes cementgyárak klinkerégetés során keletkező porban akár 500 ppm Cu is előfordulhat [2].

#### *A döntően szulfidos kötésben jelenlévő ólom szerepe*

Az ólom az agyagokban és palás agyagokban, mint általánosan használt cementgyártási nyersanyagokban, csak nyomnyi mennyiségben, (néhány ppm) fordul elő. Számottevő mennyiségben lehet jelen a kemence fűtéséhez használt szénekben, hulladék olajokban és egyéb, ugyancsak a fűtésre használt fáradt-olajokban, valamint gumiabroncs aprítékban. A szén égetése során keletkező pernyében az ólom a finom frakcióban dúsul [15]. Az ólom hatása a cementgyártásban az igen részletesen vizsgált tématerületek közé tartozik. Az ólom a klinkerégető kemencék hőmérsékletén igen illékony, vegyületei hajlamosak elpárologni a kemencében, majd az égetés során keletkező finom por felületén lecsapódva a porgyűjtő filterben feldúsulnak. Bizonyítható, hogy a füstgázok porszemcséinek felületére kondenzált ólom mellett a klinkerásványok is csapdazzák ezt a nehézfémeket [16, 17]. Ha az ólom mennyisége a cementben 70 ppm alatti, a kísérletek tanúsága szerint nincs kedvezőtlen hatással annak tulajdonságaira. A magasabb ólomtartalom hatásainak megítélésében a kutatók bizonytalanok [18]. Egyes átfogó tanulmányokban közölt adatok alapján megállapítható, hogy az Egyesült Államokban az átlagos ólomszint a füstgázok finom por frakciójában (CKD) 434 ppm, míg az elkészült cementekben 12 ppm [19]. Néhány kutató véleménye szerint [20] a nagy mennyiségben, vízzeloldható (PbNO<sub>3</sub>, 7300 ppm) vagy vízzeloldhatatlan formában (PbO, 38000 ppm) a cementhez adagolt ólomvegyületek alapvetően lassítják a cementpaszta hidratációját, ám ezzel javítják annak megmunkálhatóságát. A hidratációt lassító effektus az ólom oxid formában történő adagolásakor erőteljesebben jelentkezett. A kezdeti szilárdulási idő növekedett, ebből következően a korai szilárdságértékek alacsonyabbak, ám a 28 és a 90 naposak már összevethetők, esetenként magasabbak, mint a kontroll minták adatai.

#### *A döntően szulfidos kötésű cinktartalom hatásai*

A cink nyomelemként van jelen a cement nyersaiban, illetve a kemence fűtőanyagaiban. A mészkövek általában 22-24 ppm, az agyagok illetve agyagpalák 59-115 ppm, a szének átlagosan 16-220 ppm cinket tartalmaznak különböző vegyületek formájában. Figyelemreméltó, hogy a kemence fűtésére használható hulladék (fáradt) olajokban akár 3000 ppm, a használt gumiabroncsokban akár 10000 ppm cink is jelen lehet. A cink koncentráció az ún. alternatív cement nyersanyagokban is igen jelentős lehet. Ilyen nyersanyag például néhány fémkohászati salakfajta, valamint az oxigén befúvatásos acélgégyártás során (Basic Oxygen Furnace használatával) keletkező por, illetve filter por [8, 21].

A cementgyártási nyersanyagok ZnO tartalmának mintegy 80-90%-a a klinkerbe épül be [18, 22]. A beépülő cink körülbelül fele a klinker szilikát fázisaiban

csapdázódik, elsősorban is az alitban jelenik meg, visszafogva a belit képződését, míg a maradék a klinkermátrixban, elsősorban is a ferritben jelenik meg [22, 23]. Más kutatók [24] vizsgálatai szerint a cink a klinkerfázisok közül legnagyobb mennyiségben a ferritben marad vissza, amelyet, a csapdázott cink mennyiségét figyelembe véve, az alit, az aluminát és a belit követ. A ZnO adagolás gyorsítja a klinker képződését, és az alit valamint a C<sub>2</sub>(AF) képződése dominál a belit és a trikálcium-szilikát rovására a ZnO adagolás következtében [12]. *Stevula* és *Petrovic* [25] a TI-TII típusú C<sub>3</sub>S triklin kristályrendszerű modifikációját állította elő 1600 °C-ig hevítve 0,75-1,5%-nyi ZnO tartalmú cementgyártási nyersanyag és tiszta C<sub>3</sub>S keverékét, amelyet lassan hűtött vissza. 3,0 illetve 4,5% ZnO adagolásával trigonális elemi cellával jellemezhető C<sub>3</sub>S vegyületet állított elő, míg szabad, a rácsszerkezetbe be nem épült ZnO-t nem detektált. *Boikova* [26] a C<sub>3</sub>S kristályszerkezetének változásáról számolt be növekvő ZnO mennyiség bekeverésével. A trikálcium-szilikát triklin módosulata monoklinra váltott, majd romboéderes elemi cellát öltött. Mintegy 1,0% ZnO cement-nyersanyagba való bekeverésével a klinker szabad mésztartalma jelentősen csökkent [10, 11], ám túllépve az 1,0%-os határt a bekeverés késleltetni kezdte a cement hidratációját és csökkentette a cementkő szilárdságát is [12]. Hasonló eredményekre jutott *Knöfel* [22] is. *Miller* [8, 21] felvetette a Zn-tartalom csökkentésének lehetőségét a klinkerben, a már részben megszilárdult klinker-anyag még fluid fázisú összetevőiből a cink-tartalmú komponensek elpárologtatásával. A módszer révén a cink cementpaszta szilárdulási folyamatára gyakorolt káros hatásait lehetne csökkenteni. A ZnO, mint cement adalékanyag jelentősen lassítja a cement hidratációs folyamatát. A szabványos, korai fázisban mérhető szilárdság csökken, a késői (28 napos, illetve később mérhető) szilárdság értékek emelkednek. *Miller* [8, 21] véleménye szerint az 5-10 éves cementkő szilárdság értékek emelkedtek, de a cementpaszta korai, 1-28 napos zsugorodásának mértéke csökkent. *Arliquie* et al. [27, 28] rávilágított, hogy a C<sub>3</sub>S és C<sub>3</sub>A képződését, valamint a cement hidratációs folyamatát a Zn-adagolás késlelteti, utóbbit cink-hidroxid képzése révén éri el, amely kristályos formába rendeződve a nem hidratált klinker-szemcséket burkolja be. *Miller* [8, 21] Zn cement-nyersanyagba adagolásának köszönhetően egy komplex átmeneti vegyület, a kalcium-hidroxo-cinkit képződését figyelte meg, amely gátolja a C<sub>3</sub>S hidratációját. *Sprung* et al. [18] megfigyelései szerint a cink illékonyasága az előfűtő kemencerészben mintegy 10-20%. A többfázisú előfűtést alkalmazó kemence-rendszerekben a ZnO illékonyasága jobban kezelhető és a Zn teljes egészében a klinkerbe építhető.

Átlagosan az Egyesült Államokban 149 ppm Zn mérhető a cementművek égetőinek füstgázaiból származó finom porban, ha azok konvencionális fűtőanyagot használtak a kemencék üzemeltetéséhez, és 150 ppm cink volt mérhető, ha a környezetre veszélyes fűtőanyagot hasznosítottak [29]. Ugyanezen cementművek

füstgázokkal történő cink kibocsátása csupán 2,97, illetve 1,53 mg/s.

#### *Az As-tartalom hatása*

Arzén tartalmú ásványok, úgy mint például az arzenolit ( $\text{As}_2\text{O}_3$ ) csupán kis mennyiségben fordulnak elő a szenekben és a hulladék olajokban. Ebből következően nem, vagy csak igen elhanyagolható mértékben gyakorolhatnak hatást a cementgyártásra. *Smith* et al. [30] arról számol be, hogy a széntüzelésű hőerőművekben az arzén a pernyében dúsul, noha a röntgen fluoreszcens eljárással mért koncentrációk még így is elhanyagolhatóak. Az arzén a pernye finom frakciójában koncentrálik és mintegy 70 ppm-re dúsul fel. *Weisweiler* et al. [31] mérései szerint a cementgyártási nyersanyagokban maximum 5 ppm a kemence fűtésére használt petrolkokszban pedig csupán 0,6 ppm As volt kimutatható. Az arzén átlagos koncentrációja a cementben, illetve a füstgáz por frakciójában (CKD) 19, illetve 18 mg/kg [19]. Noha az  $\text{As}_2\text{O}_3$  meglehetősen illékony, hiszen már 193 °C-on szublimál és nagyobb mennyiségben a kemencéből a füstgázokkal távozó por frakcióban dúsulna, *Weisweiler* et al. [31] megfigyelései arra mutatnak, hogy jelentős mennyiségű As a klinkerfázisokban dúsul, és csupán elhanyagolható mennyiség távozik a por frakcióban. A jelenség a kemencében a CaO fölös mennyiségben való jelenlétének, a kemencetér oxidáló atmoszférájának, és a magas kemence hőmérsékletnek tulajdonítható. Oxidatív viszonyok között az As elsődlegesen  $\text{As}_2\text{O}_3$ -ot, majd alacsony illékonyaságú kalcium-arzenát vegyületek sorozatát képi, amelyek közül a  $\text{Ca}_3(\text{AsO}_4)_2$  1300 °C-ig meglehetősen stabilisan viselkedik. *Czarnowska* [32] kutatási eredményei arra utalnak, hogy 0,15%  $\text{As}^{+5}$  jelentősen csökkenti a  $\text{C}_3\text{S}$  képződésének sebességét 1450 °C-on. Az arzén, mint félfém (metalloid), különböző oxidációs állapotokban előfordulva, igen összetett módon képes a cement hidratációs tulajdonságait befolyásolni [33]. *Tashiro* et al. [14] véleménye szerint az  $\text{As}_2\text{O}_3$  csupán enyhén lassítja a cementpaszta kötési sebességét, ha maximum 5%-ban keverik a cementpasztához. Fontos kísérleti eredmény, hogy az As kioldódása a már megszilárdult cementanyagból vizes vagy tengervízzel történő kioldás esetén is igen kismértékű.

#### *A Cd-tartalom szerepe*

A kadmium csupán nyomokban fordul elő a klinker nyersanyagaiban és a kemence tüzelőanyagaiban, akár csak az As. A Cd átlagos mennyisége a cementben mintegy 0,34 mg/kg [19]. A klinker nyersanyagában található kadmium reagál a kemence gázaival halidokat vagy szulfátokat képezve. Mindkét vegyület típus igen illékony a klinkerégetés csúcshőmérsékletének tartományában [35]. A klinkerbe épült kadmium csapdázódási módja még nem ismert eléggé, ám áruklódó momentum, hogy növekvő mennyiségű klorid bevitelével a klinker kadmium-tartalma csökken. A klinker nyersanyagához adagolt  $\text{CdCl}_2$  ugyanezt az effektust váltja ki. A ciklonos előfűtő berendezéssel (cyclone preheater)

felszerelt cementégető kemencékben a nyersanyaggal bevitt kadmium 74-88%-a beépül a klinkerbe, míg a rácsos rendszerű előfűtő berendezések (grate preheater) alkalmazása esetén ez az érték csak 25-64%. Sajnos a maradék Cd a füstgázok finom por frakciójában (CKD) jelenik meg [34]. A kadmium a természetben is illékony komponensként viselkedik, noha nem annyira mint a klór vagy a tallium [35]. A CdO a klinker égetési hőmérsékletét csökkenti, az olvadáspont csökkentése révén [9]. A jelenség oka valószínűleg a  $\text{Cd}^{+2}$  belépése a szilikátfázisba [36]. A klinker égetésének elősegítése CdO adagolással *Odler* et al. [10] által is tanulmányozott effektus. *Bhatty* et al., [20] vizsgálatai arra utalnak, hogy a magas CdO koncentrációval készített klinkerből előállított cement hidratációja lassabb, de a szilárdsági tulajdonságokat nem befolyásolja a CdO adagolása. Vízoldható kadmium-sók adagolása ( $\text{CdCl}_2$ ) nem gyakorolt hatást a cement hidratációjára. A Cd nem oldódott ki a cementpasztából sem CdO sem  $\text{CdCl}_2$  bekeverés alkalmazása esetén.

#### *A Mn-tartalom szerepe*

A klinker mangántartalma a felhasznált alap- és segédanyagokból származik. A mészkövek – döntően rodokrozit ( $\text{MnCO}_3$ ) formájában – legfeljebb 1,91%-nyi  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ -ot tartalmaznak, míg az agyaggalák, illetve a bauxitok 0,59%, illetve 0,37% mangán-trioxidot visznek be a cementégető kemencébe [7]. A vaskohászati salakokban 1,2%-ig emelkedhet általában a  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  tartalom, míg a szén pernyéjében 1,447% az átlagos felső határ. A kohászati salakokból gyártott cementek több mint 1%  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ -at tartalmaznak átlagosan, és barna színárnyalatuk jelzi nyersanyaguk eredetét [37].

A klinkert felépítő szilikátfázisok polimorf viselkedését is befolyásolja a cement nyersanyag mangán-oxid tartalma. *Knöfel* et al. [38] beszámolt arról, hogy a  $\text{C}_3\text{S}$  fázisban a  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  helyettesítés felső határa 1550 °C-on mintegy 2,2%. A nyersanyag alacsonyabb, mintegy 0,1%-nyi  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  koncentrációja esetén az egyes szilíciumtartalmú klinkerfázisok elemi cellájában egy  $\text{Si}^{4+}$  helyére egy  $\text{Mn}^{4+}$  épül be, ám ha a  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  koncentráció eléri a 2,27%-os szintet, az  $\text{Si}^{4+}$  helyettesítése mellett lehetővé válik a  $\text{Ca}^{2+}$  lecserélése is  $\text{Mn}^{2+}$ -ra. Az ily módon stabilizált kristályszerkezetű  $\text{C}_3\text{S}$  polimorf monoklin kristályszerkezettel rendelkezik, noha *Gutt* és *Osborne* [39] triklin szimmetriájúnak azonosította. *Miller* [8, 21] véleménye szerint alacsony (0,7% alatti) Mn-koncentráció esetén az alit monoklin rendszerben kristályosodik, ám magas Mn-koncentráció és fluor jelenlétében jelentősebb vízmegkötő képességű trigonális módosulat keletkezik.

A mangán sokféle oxidációs állapotú formában fordulhat elő a klinker égetése során, a kemencében uralkodó redox-viszonyok függvényében, különböző színárnyalatokat kölcsönözve a keletkezett terméknek. A színek a vöröses-barnától a kékesig terjedhetnek.

*Puertas* et al. [40] a klinkerégető-kemence gázatmoszférájának hatását tanulmányozta a  $\text{C}_3\text{S}$  és a  $\text{C}_2\text{S}$  klinker ásványokban jelen lévő Mn-tartalmú szilárd ol-



datokra. Megállapította, hogy redukáló gázatmoszféra esetén a  $\text{Ca}^{2+}$  izomorf helyettesítése meg végbe  $\text{Mn}^{2+}$  által, míg levegő jelenlétében, magasabb oxigén-koncentráció, vagyis oxidatív viszonyok között a  $\text{Si}^{4+}$  helyére  $\text{Mn}^{4+}$  épül be. Knöfel et al. [41] kutatásai arra világítottak rá, hogy a klinker alit tartalma növekszik mangán bevitelére. A maximális alit tartalom 0,57%  $\text{MnO}_2$  és 1%  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  adagolásával érhető el. A magas Mn-tartalom a belit képződést segíti elő, ám a Mn egyre inkább csapdázódik a klinker ferrit fázisában alumino-manganit ( $\text{C}_4\text{AMn}$ ) képzése révén. A jelentősebb Mn-bevitel visszaszorítja a  $\text{C}_3\text{A}$  képződését, ezáltal enyhén növelve a klinker szabad mésztartalmát, csökkentve a cement paszta korai fázisban mérhető nyomószilárdságát.

A mangán nem illékony a klinkerégetés hőmérséklet tartományában, forráspontja 1960 °C. Ebből következően nem valószínű a dúsulása a klinkerégetés füstgázainak por, illetve finom-por frakcióiban.

#### *A kén tartalom szerepe*

A kén gyakori komponense a szénnek és az ásványi olajoknak, míg a szulfidok, ill. szulfátok a mészkövekben, valamint a szulfidos ércek előkészítési, dúsítási melléktermékeiben dúsulnak. Emellett megemlíthető, hogy az agyagos szedimentek, márgák szintén tartalmazhatnak szulfidokat és szulfátokat. Locher et al. [42] említést tesz gipsz és anhidrit beadagolásáról a kemencébe az alkáli ciklusban mineralizátorként és módosító reagensként. A szulfidok, illetve az egyéb formában a kemencébe kerülő kén, amely döntően a cement nyersanyagából, illetve a kemence fűtésére szolgáló tüzelőanyagból származik, nagyrészt a kész klinkerben oxidált szilárd fázisként, mint szulfát jelenik meg, míg kisebb részben  $\text{SO}_2$  formájában a füstgázokkal távozik. A kén illékony komponensként viselkedik a kemencében, és sokféle reakcióban vesz részt. Az égetési sajátságoktól függően jelen van a kemencében szilárd, olvadék és gőz formában is, oxidált és redukált formában egyaránt [43].

Oxidatív körülmények között, magas hőmérsékleten  $\text{SO}_2$  képződés a legvalószínűbb. Mész jelenlétében a kén-dioxid koncentráció csökken, mert a kén részben kristályvizet nem tartalmazó kalcium-szulfátot képez. Alkáliák jelenlétében alkáli-szulfátok képződnek, amelyek később az égető berendezés alacsonyabb hőmérsékletű felületein csapódnak le.

A részben folyadék, részben szilárd halmazállapotú kondenzátumok problémákat okozhatnak az egyes kemence rendszerekben. A szulfospurrit nevű melléktermék ( $2\text{C}_2\text{S} \cdot \text{CS}$ ) és a három fő komponensből felépülő szulfoaluminát ( $\text{C}_4\text{A}_3\text{S}$ ) szintén az égető berendezés alacsonyabb hőmérsékletű zónáiban csapódik le.

Egy ugyancsak jól ismert problémakör, a kén és bizonyos vegyületeinek magas fokú illékonyságából adódó elgőzölgése és alkáli elemekkel alkotott vegyületek formájában történő újra kicsapódási hajlama, amely ciklikusan ismétlődik az égetési folyamat során. A magasabb hőmérsékleten, az égésterben már elpárolgott kén a csökkenőbe folyamatosan beadagolt nyersanyag szemcséinek még hidegebb felületein folytonosan

lecsapódik, és a kemence középső zónájában magas kén és alkáli elem-koncentrációt eredményez. Az előfűtő rendszerekkel felszerelt kemencetípusoknál erőteljesebben jelentkezik ez a problémakör. A kemencében keletkező gázok friss levegővel való keverése (alkáli bypass) hatékony eszköz a ciklus megszakítására. Eredményként a kemencébe lépő nyersanyag kén- és alkáliatartalma, a folytonos lecsapódás visszaesése miatt csökkenhet, ám a bekeverés során keletkező por alkáli-szulfát-tartalma jelentősen megemelkedik, és a porleválasztóban akkumulálódik, a keletkező melléktermék, illetve hulladék mennyiséget növelve. A szulfátok az alkáliakkal különböző vegyületeket képezve (mint például az aftitalit ( $\text{K,Na}3\text{Na}(\text{SO}_4)_2$  vagy mint arkanit ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ )) épülnek be a klinkerbe. Ha a szulfát mennyiség jelentős, kalcium-langbeinit ( $\text{Ca}_2\text{K}_2(\text{SO}_4)_3$ ) képződik, amely stabil mintegy 1010 °C-ig a  $\text{Ca}(\text{SO}_4) \cdot \text{K}_2(\text{SO})_2$  rendszerben. Magasabb hőmérsékleten azonban a kalcium-langbeinit inkongruens módon elpárolog (a K és a S elpárologatásával) [44].

Strunge et al. [45] rámutatott, hogy a növekvő szulfátkoncentráció visszafogja az alit képződését, fokozza a belit mennyiségét, míg a celit (aluminátok és a ferrit) mennyiségére nincs hatással, függetlenül azok szilícium modulusától. Ugyanakkor a növekvő szilícium modulus mellett a szulfáttartalomtól függetlenül az alittartalom növekvő tendenciát mutat a klinkerben, a belit mennyisége változatlan, míg az aluminátok és a ferrit mennyisége csökken. A növekvő szulfát koncentráció révén az alit kristályok nagyobbra nőnek a klinkerben, ugyanakkor a belit zárványok mennyisége az alitban csökkenni kezd. Az alimunát és ferrit fázisok kristálmérete is jelentősen csökken a végtermékben.

Gies et al. [46, 47] alkáli elemektől mentes, de magas szulfát-tartalmú cementnyersanyag alkalmazása kapcsán belit-gazdag cementképződéséről számolt be, amely jelentős hidraulikus aktivitást mutatott, köszönhetően a mintegy 0,6-0,8%-nyi belitben található szulfát-tartalomnak. A klinker hűtésének sebessége nem gyakorolt jelentős hatást a már megszilárdult cement-víz keverék szilárdságára. Ezzel ellentétben más kutatók véleménye szerint [48] a szulfátok a klinkerfázisokban kémiaiag nem reaktívak, ezért nem is gyakorolnak hatást a cement-víz rendszer szilárdulási folyamatára. Ebből következik, hogy még a magas szulfát-tartalmú klinker-ásványokat tartalmazó cement is további szulfátmennyiséget igényel, ami – mint általánosan alkalmazott technológiai lépésből – a klinker gipsszel való együttörléséből származhat. A cement megengedhető szulfátkoncentrációja annak trialkálium-aluminát tartalmától függ, és nem lépheti át – szulfát-expanziós teszt alkalmazása nélkül – az ASTM C150 szabványban előírt mértéket.

Megállapítható, hogy a cement magas szulfáttartalma, a víz hatására bekövetkező térfogatváltozás miatt, a beton alkotóinak egyenlőtlen térfogatváltozását és repedezésre való hajlamát eredményezi. A klinker ugyanakkor tartalmazhat kémiaiag reakcióképtelen szulfát fázisokat még az említetteken felül is, amelyek a szilár-

duláshoz szükséges szulfátokkal – az alumínátokkal – való reakciót gátolják.

Egy másik kapcsolódó problémakör a kéndioxid-tartalom a kemence füstgáz elvezető berendezéseiben. Nagyon gyakran a cement nyersanyag piritben lévő (szulfidos-kötésű) kéntartalmának 15-40%-ából kéndioxid képződik, fokozva a savas esőket generáló gáz kibocsátását [49]. Az előfűtő berendezésben a kemence SO<sub>2</sub>-tartalmát a folytonosan belépő nyersanyag veszi fel, ez a probléma mindazon technológiáknál fellép, amelyek a füstgázok hőjét alkalmazzák a nyersanyag előfűtése során. Ha a kéntartalom a nyersanyagban magas, illetve a kemencetérben redukáló zónák csak lokálisan hozhatók létre, a kén-dioxid nagy része eltávozik a rendszerből, környezeti problémákat generálva.

### Következtetések

A Gyöngyösoroszi deponált flotációs meddő réztartalma átlagosan 0,0610 tömegszázaléknyi, amely döntően a ferrit fázisba épülhet be. Az átlagosnál magasabb CuO tartalmú klinker képződne a meddő felhasználása során. A cementpaszta kötését lassítja a réz, technológiai szempontból az így készült cement alkalmazása során erre ügyelni kell. A klinkerégetés során keletkező porok Cu-koncentrációja megemelkedik a réz kemencetérbeli illékonyága miatt.

A meddő ólomtartalma átlagosan 0,2332 tömegszázalék. A jelentős ólomkoncentráció alapvetően a kemence füstgázaiban jelentkezne az elem illékony volta miatt, ám a klinkerásványok szerkezetébe is beépül. Mérhető szilárdulási késés lépne fel a cementpaszta hidratációja, illetve korai szilárdulása során, javítva a cementpaszta bedolgozhatóságát. A későbbi szilárdulási sajátságokra az irodalmi adatok tükrében nem hatna a meddő ólomtartalma.

A gyöngyösoroszi flotációs meddő átlagos cinktartalom 0,2028 tömegszázalék. A kutatások eredményei nem egybehangzóak, mert a cink alumínátban, illetve ferrit fázisban való elsődleges csapódódása is valószínű. Egyértelmű viszont a cink cement-hidratációt késleltető káros sajátságának megnyilvánulása. A zagyból a klinkerbe kerülő cink a klinker összetevők arányainak változását, és a cementbe kerülve cink-hidroxid képzésével erőteljes retardációs hatást gyakorolna a cementpasztára.

A gyöngyösoroszi flotációs meddő As-tartalma 0,0206 tömegszázalék. Tekintve az As klinkerfázisokhoz való jó affinitását, a füstgázokban, illetve a filterporban való alacsony dúsulási hajlamát, megállapítható hogy a meddő kemencetérbe adagolása révén megemelkedő As koncentráció a cementgyártás technológiai folyamatait és a környezetet nem terheli. A cementpaszta kötési sebességét pedig az alacsony koncentráció révén, csak igen enyhén lassítja a meddő As-tartalma. A későbbi, már szilárd állapotbeli kioldódási hajlam is alacsony.

A hányó anyagának Cd-koncentrációja alacsony, átlagosan mintegy 0,0015 tömegszázaléknyi. Tekintettel a Cd-adagolás klinkerégetés hőmérsékletcsökkentő hatására, és a megfelelő előfűtő rendszer révén a klinkerhez, el-

sősorban is annak szilikát fázisához való affinitására, a vizsgált meddő Cd-tartalma előnyös lehet a klinkerképzés üzemi folyamataira nézve. A környezeti szempontokat szem előtt tartva a Cd kioldódási hajlama a cementpasztából az irodalmi adatok szerint megfelelően alacsony.

A gyöngyösoroszi flotációs hányó elfolyó vizében mért átlagos Mn-tartalom 0,0003 tömegszázalék. Forrását tekintve a kőzetanyag manganokalcit összetevőjéből, és a felületi rétegeket képző Mn-oxidokból származhat. Mennyisége jelentéktelen, így a klinker fázisos összetételét alig módosítaná, a cementpaszta szilárdulását pedig igen enyhén késleltetné a szilárdulás korai szakaszában.

A Gyöngyösoroszi deponált flotációs meddő kéntartalma átlagosan 3,0948 tömegszázalék. A klinkerbe mint szulfát épülne be és az egyes klinkerfázisok hidratációs sajátosságait nem befolyásolná, ám azok kristálméretét és egymáshoz képesti mennyiségi arányait eltolná a meddő beadagolása. Az ilyen módon készült cementből kevert beton egyenlőtlen térfogatváltozásokra, így repedésekre hajlamos lehet. Jelentősebb problémát a kemence atmoszférájának megemelkedett SO<sub>2</sub>-koncentrációja okozna, amely a füstgázokkal távozva a légkört szennyezi.

### Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

### IRODALOM

- [1] Murat M., Sorrentino F.: Effect of large additions of Cd, Pb, Cr, Zn, to cement raw meal on the composition and the properties of the clinker and the cement, Cement and Concrete Research, 1996. Vol. 26, No. 3, pp. 377-385.
- [2] Bhatti J. I.: Role of Minor Elements in Cement Manufacture and Use, Research and Development Bulletin RD109T, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, U.S.A., 1995.
- [3] [http://www.mafi.hu/static/microsites/geokem/ubul/ubul\\_phd11.html](http://www.mafi.hu/static/microsites/geokem/ubul/ubul_phd11.html)
- [4] Máday V.: A Gyöngyösoroszi flotációs meddő környezetásványtani vizsgálata. Ph.D theses, 2006.
- [5] [http://www.mafi.hu/static/microsites/geokem/oroszi/femek\\_tbl.html](http://www.mafi.hu/static/microsites/geokem/oroszi/femek_tbl.html)
- [6] Fügedi U.: A gyöngyösoroszi környezetszennyezés geokémiai vizsgálata, doktori (Ph.D) értekezés, 2005.
- [7] Buzzi R.: Feature on the Role of Minor Compounds in Cement Clinker – Part 1, World Cement Technology, 1981. pp. 210-231.
- [8] Miller F. M.: Minor Elements in Cement Clinker, Paper No. 16, PCA Cement Chemist's Seminar, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, U.S.A., 1976.
- [9] Rumyantsev P. F. and Kozlov G. V.: Effect of CdO and CUO Additives on the Kinetics of Cement Clinker Formation and Its Properties, Építőanyag, October 1968. Vol. 20, NO. 10, pp. 387-390.

- [10] *Odler I. and Abdul-Maula S.*: Effect of Mineralizers on the Burning Process of Portland Cement Clinker, Part 1: Kinetics of the Process, Zement-Kalk-Gips, 1980, Bauverlag GMBH/Maclean Hunter, No. 3, pp. 132-136.
- [11] *Odler I. and Abdul-Maula S.*: Effect of Mineralizers on the Burning Process of Portland Cement Clinker, Part 1: Mode of Action of the Mineralizers. Zement-Kalk-Gips, 1980, Bauverlag GMBH/Maclean Hunter, No. 6, pp. 278-282.
- [12] *Odler I. and Schmidt O.*: Structure and Properties of Portland Cement Clinker Doped with Zinc Oxide, Journal of American Ceramic Society, 1980, pp. 13-16.
- [13] *Takahashi H., Skinkado M., Hirakida H., Shibasaki M. and Tanka M.*: Fundamental Study on Solidification of Hazardous Industrial Wastes Containing Heavy Metals With Portland Cement: Journal of Research of the Onoda Cement Company, 1973, Vol. 25, No. 90, pp. 1-10.
- [14] *Tashiro C., Takahashi H., Kanaya M., Hirakida I. and Yoshida R.*: Hardening Properties of Cement Mortar, Adding Heavy Metal Compounds, and Volubility of Heavy Metal From Hardened Mortar, Cement and Concrete Research, 1977, Vol. 7, No. 3, pp. 283-290.
- [15] *Coles D. G., Ragaini R. C., Ondov J. M., Fisher G. L., Silberman D. and Prentice B. A.*: Chemical Studies of Stack Fly Ash from a Coal-Fired Power Plant, Environmental Science and Technology, 1979, Vol. 13, No. 4, pp. 455-459.
- [16] *Davison R. L., Natusch D. F. S., Wallace J. R. and Evans C. A. Jr.*: Trace Elements in Fly Ash, Environmental Science and Technology, 1974, Vol. 8, No. 13, pp. 1107-1113.
- [17] *Berry E. E., Macdonald L. P. and Skinner D. J.*: Experimental Burning of Waste Oil as a Fuel in Cement Manufacture, Wastepollution Control Directorate, Environment Protection Service, Department of the Environment, Canada, Report EPS-4-WP-75-1, 1975.
- [18] *Sprung S. and Rechenberg W.*: The Reactions of Lead and Zinc in the Burning of Cement Clinker, Zement-Kalk-Gips, Bauverlag GMBH/Maclean Hunter, 1978, Vol. 31, No. 7, pp. 327-329.
- [19] *PCA*: An Analysis of Selected Trace Metals in Cement and Kiln Dust, SP109.T, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, U. S. A., 1992.
- [20] *Bhatty J. I. and West P. B.*: Interaction of Heavy Metals in Portland Cement Stabilized Waste Systems: Effects on Paste Hydration, Emerging Technologies Symposium on Cement and Concrete in the Global Environment, SP114T, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, U.S.A., March, 10-11, 1993.
- [21] *Miller F. M.*: Personal Communication, Construction Technology Laboratories, Inc., Skokie, Illinois, U.S.A., 1994, In *Bhatty, J. I.*: Role of Minor Elements in Cement Manufacture and Use, Research and Development Bulletin RD109T, 1995, Portland Cement Association.
- [22] *Knöfel D.*: Modifying Some Properties of Portland Cement Clinker and Portland Cement by Means of ZnO and ZnS, Zement-Kalk-Gips, Bauverlag GMBH/Maclean Hunter, 1978, Vol. 31, No. 3, pp. 157-161.
- [23] *Tsiboi T., Ito T., Hokinove Y. and Matsuzaki Y.*: The Effects of MgO, SO<sub>3</sub>, and ZrO on the sintering of Portland Cement Clinker, Zement-Kalk-Gips, Bauverlag GMBH/Maclean Hunter, 1972, No. 9, pp. 426-431.
- [24] *Hornain H.*: The Distribution of Transition Elements and Their Influences on Some Properties of Clinker and Cement, Revue des Matériaux de Construction, 1971, No. 671-72, pp. 203-218.
- [25] *Stevula L. and Petrovic J.*: Hydration of Polymorphic Modifications of C<sub>3</sub>S, Cement and Concrete Research, 1981, Vol. 11, No. 2, pp. 183-190.
- [26] *Boikova A. I.*: Chemical Composition of Raw Materials as the Main Factor Responsible for the Composition, Structure and Properties of Clinker Phases, 8<sup>th</sup>, International Congress of Chemistry of Cement, 1986, Rio de Janeiro, Brazil, Vol. 1, pp. 17-33.
- [27] *Arliguie G., Olliver J. P. and Grandet J.*: Etude de l'Effet Retardateur du Zinc sur l'Hydratation de la Pâte de Ciment Portland, Cement and Concrete Research, 1982, Vol. 12, No. 1, pp. 79-86.
- [28] *Arliguie G. and Grandet J.*: Etude par Calorimetric de l'Hydratation du Ciment Portland en Presence de Zinc, Cement and Concrete Research, 1985, Vol. 15, No. 5, pp. 825-832.
- [29] *Mantus E. K., Kelly K. E. and Pascoe G. A.*: All Fired Up: Burning Hazardous Waste in Cement Kiln, Environmental Toxicology International, and the Combustion Research Institute, 1992.
- [30] *Smith R. D., Campbell J. A. and Nielson K. K.*: Concentration Dependence Upon Particle Size of Volatilized Elements in Fly Ash, Environmental Science and Technology, 1979, Vol. 13, No. 5, pp. 553-565.
- [31] *Weisweiler W. and Krcmar W.*: Arsenic and Antimony Balances of a Cement Kiln Plant With Grate Preheater, Zement-Kalk-Gips, Bauverlag GMBH/Maclean Hunter, 1989, Vol. 3, pp. 133-135.
- [32] *Czarnarska D.*: Influence of Some Cations on the Rate of Formation of C<sub>3</sub>S at 1450 °C, Zement-Kalk-Gips, 1966, Vol. 21/33 (4), pp. 93-98.
- [33] *Connors J. R.*: Chemical Fixation and Solidification of Hazardous Wastes, Van Nostrand Reinhold, New York, U.S.A., 1990.
- [34] *Weisweiler W. and Krcmar W.*: Heavy Metal Balances of a Cement Kiln Plant With Grate Preheater, Zement-Kalk-Gips, Bauverlag GMBH/Maclean Hunter, 1990, Vol. 3, pp. 149-152.
- [35] *Sprung S., Kirchner G. and Rechenberg W.*: Reaction of Poorly Volatile Trace Elements in Cement Clinker Burning, Zement-Kalk-Gips, Bauverlag GMBH/Maclean Hunter, 1984, Vol. 37, No. 10, pp. 513-518.
- [36] *Ramankulov M. R., Butt Y. M. and Timoshev V. V.*: Study of the Properties of Minerals and Cements Containing CdO and TiO<sub>2</sub>, Trudy A & sk. Khim.-Tekhnol. Inst., 1964, Vol. 45, pp. 38-44.
- [37] *Lea F. M.*: Chemistry of Cement and Concrete, 3rd. Ed., Arnold, Chemical Publishing Co., 1971.
- [38] *Knöfel D., Strunge J. and Bambauer H. U.*: Incorporation of Manganese in Tricalcium Silicate, Zement-Kalk-Gips, Bauverlag GMBH/Maclean Hunter, 1984, Vol. 12, pp. 651-655.



- [39] *Gutt W. and Osborne G. J.*: Effect of manganese, iron and fluorine on the properties of tricalcium silicate, Transactions of British Ceramic Society, Stoke-on-Trent, England, Vol. 68, No. 3, pp. 129-136, 1969.
- [40] *Puertas F., Glasser F. P., Blanco-Varela Mat. and Vaquez T.*: Influence of the Kiln Atmosphere on Manganese Solid Solution in  $C_3S$  and  $C_2S$ , Cement and Concrete Research, Elmsford, 1988, Vol. 18, pp. 783-788.
- [41] *Knöfel D. and Gies A.*: Effect of Manganese on the Properties of Portland Cement Clinker and Portland Cement, Zement-Kalk-Gips, Bauverlag GMBH/Maclean Hunter, 1983, No. 7, pp. 402-408.
- [42] *Locher F. W., Sprung S. and Opitz D.*: Reactions Associated with the Kiln Gases: Cyclic Processes of Volatile Substances, Coatings, Removal of Rings, Zement-Kalk-Gips, Bauverlag GMBH/Maclean Hunter, 1972, Vol. 25, No. 1, pp. 1-12.
- [43] *Choi Gang-Soon and Glasser F. P.*: The Sulfur Cycle in Cement Kilns: Vapor Pressures and Solid-Phase Stability of the Sulfate Phases, Cement and Concrete Research, Elmsford, 1988, Vol. 18, pp. 357-374.
- [44] *Arceo H. B. and Glasser F. P.*: Fluxing Reactions of Sulphate and Carbonates in Cement Clunkering. I: Systems  $CaSO_4$ - $K_2SO_4$  and  $K_2SO_4$ - $CaCO_3$ , Cement and Concrete Research, Elmsford, 1990, Vol. 20, No. 6, pp. 862-868.
- [45] *Strunge J., Knöfel D. and Driezler I.*: Influence of Alkalies and Sulfur on the Properties of Cement, Part I: Effect of  $SO_2$  Content on the Cement Properties, Zement-Kalk-Gips, Bauverlag GMBH/Maclean Hunter, 1985, Germany, Vol. 38, pp. 150-158.
- [46] *Gies A. and Knöfel D.*: Influence of Alkalies on the Composition of Belite-Rich Cement and the Technological Properties of the Resulting Cements, Cement and Concrete Research, Elmsford, 1986, Vol. 16, No. 3, pp. 411-422.
- [47] *Gies A. and Knöfel D.*: Influence of Sulfur on the Composition of Belite-Rich Cement Clinkers and the Technological Properties of the Resulting Cements, Cement and Concrete Research, Elmsford, 1987, Vol. 17, pp. 317-328.
- [48] *Gartner E. M.*: The Effects of Minor and Trace Elements on the Manufacture and Use of Portland Cement, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, U.S.A., Internal Report, 1980.
- [49] *Neilson P. B.*:  $SO_2$  and NOX Emissions From Modern Cement Kilns With a View to Future Regulations, Zement-Kalk-Gips, Bauverlag GMBH/Maclean Hunter, 1991, Vol. 9, pp. 449-456.

**DR. MÁDAI VIKTOR** 1996-ban szerzett bányageológus mérnöki diplomát a Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karán. 1996-tól 1998-ig nappali tagozatos doktorandusz hallgató az Ásvány- és Kőzettani Tanszéken. 1998-tól tanársegédként segíti a tanszék oktatási feladatait. 2003-ban informatikus mérnöki diplomát szerzett az egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Karán. 2005-től adjunktus, PhD fokozatát 2006-ban kapta meg. Kutatási tevékenységének fókuszpontjában a szulfid tartalmú bányászati meddő anyagok atmoszférikus oxidációja áll, különös tekintettel ezen anyagok másodnyersanyagként való hasznosítására. Magyar és angol nyelvű publikációinak, konferencia előadásainak száma meghaladja a harmincat.

## Hazai hírek

### Besegíthet(ne) a bányászat

Magyarország éves földgázfelhasználása 11 milliárd köbméter, amelynek csupán 18 százalékát biztosítja a hazai kitermelés (3,1 milliárd köbméter földgáz és 0,7 millió tonna kőolaj), ezt az arányt azonban jócskán lehetne növelni – fogalmazott *Zoltay Ákos*, a Magyar Bányászati Szövetség ügyvezető főtíkára a Napi Gazdaság energetikai konferenciáján. A szakember szerint elsősorban a mecseki feketeszén-vagyonna lenne érdemes tisztaszén-technológiás erőművet telepíteni, de megoldást jelenthet a gázosításos ugc-technológia is.

Magyarország jelenleg is működő egyetlen mélyműveléses bányája, a Vértesi Erőmű Zrt. márkushegyi bányája 2014-ig működhet a szénfillér támogatásával, de *Zoltay Ákos* szerint a műszaki engedélyt 2020-ig érdemes lenne meghosszabbítani. A helyszín mindemellett a hazai vágóképzés gyakorlati megvalósítására is alkalmas lehet. A szénhidrogén-bányászati fejlesztési lehetőségek között szó esett a nem konvencionális földtani vagyon hasznosításáról, így a Makói-árok technológiai fejlesztések révén megvalósítható kitermeléséről is. Mindehhez kormányzati intézkedésekre lenne szükség a bányászok szerint: az importfüggőség mérséklésére a kutatási lehetőségeket mielőbb biztosítani kellene a koncesszió felgyorsításával, optimális esetben a „zárt területek” feloldásá-

val. A tőkeigényes fejlesztések megvalósításához stabil jogszabályi háttér lenne szükséges, erősíteni kellene az ásványvagyon-gazdálkodás törvényi szabályozását, a cselekvési tervek körét pedig tovább lehetne bővíteni. A hazai lehetőségek kiaknázása megfelelne a stratégiákban is kifejtett politikai szándéknak, az importfüggőség mérséklésével pedig az államkassza terheit csökkenthetné.

A rendszerváltás után bekövetkezett hanyatlás után fordulat következett a hazai bányászatban, a termelés a sztráda-építések felfutásával 2006-ban, az 1990-es szint körülbelül kétszeresén tetőzött, ezt a gazdasági válság miatt újabb visszaesés követte. Pedig a hazai szénvagyon még jelentős: összesen 3258 millió tonna fekete- és barnaszén, valamint lignitet lehet gazdaságosan kitermelni. A szénbányászat korlátai között a Natura 2000-es környezetvédelmi tiltásait, az üvegházgáz-kibocsátás csökkentésének túlértékelését, illetve a kvótakereskedelmet jelölte meg *Zoltay Ákos*, aki szerint nem másról van szó, mint „a világ, illetve Európa gazdasági újrafelosztásának eszközeiről”. A globális kibocsátás tizedéért felelős Európán belül Magyarország légköri szennyezése elhanyagolható, így a vállalt csökkentési cél tulajdonképpen a gazdaság versenyképességét rontó önszanyargatás – fogalmazott *Zoltay Ákos*.

KB

# Középkemény kőzetek durva-, közép- és finomaprítására szolgáló aprítógépek fő méret- és üzemi jellemzői

CSÓKE BARNABÁS okl. bányamérnök, egyetemi tanár Miskolci Egyetem,  
Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet



*Az aprító-örlő üzemekben a felhasználásra alkalmas végtermékeket egy vagy több törési fokozattal állítjuk elő, gyakran az egyes törési lépcsőkben eltérő mechanikai igénybevétellel – nyomás, ütés, nyírás, hajlítás stb. – és különböző aprítógépekkel. A technológia tervezése, gépek kiválasztása ezért igen összetett feladat. A cikk a pofás- és a fogazott hengeres durvatörők, valamint a közép- és finomaprítást szolgáló röpitő-, hengeres és kalapácsos törők méretjellemzői becslésére szolgáló összefüggéseket ismerteti.*

## Bevezetés

Korábbi munkáimban a golyósmalmok, valamint a pofás- és kúpostörők méretezésének kérdésével foglalkoztam [1, 2]. Számos feladatot oldattam meg az ipar számára, példaként az Aprítógépgyár Zrt. részére végzett különböző aprítógépek tervezését, a MAL Zrt. timföldörllő malmainak méretezését, a szlovákiai Alsó-Sajó-i Vasércbánya számára az Ércelőkészítő üzemének felülvizsgálatát, a malmok méret- és kapacitásellenőrzését, valamint a Svedala és a METSO Minerals Hungary Kft. által igényelt hasonló feladatok megoldását említhetném.

Jelen cikkemben elsősorban a közepes és a kisszilárdságú kőzetek (mészkö, dolomit, barnaszene, lignit, kovaföld, perlit, lágy-rideg anyagok...) aprítására alkalmas durva-, közép- és finomaprítás berendezései méretjellemzői becslésére szolgáló összefüggéseket ismertetem. A töret 80%-os szemcsemérete durvaaprításkor:  $x_{80} \geq 50$  mm; középaprításkor:  $5 \text{ mm} \leq x_{80} < 50$  mm; finomaprításnál:  $0,5 \text{ mm} \leq x_{80} < 5$  mm. Ennek megfelelően a pofás- és a fogazott hengeres durvatörőket, valamint a közép- és finomaprítást szolgáló röpitőtörőt, hengeres és kalapácsos törőt tárgyaljuk. A helyesen kiválasztott gépek esetén további feladat az is, hogy a megfelelő számítási eljárással a gépek termékeinek szemcseméret-eloszlását, ill. ezek ismeretében a technológiai folyamat anyagmérlegét, valamint a gépek fő méret- és üzemi jellemzőit megbecsülhessük.

A méretezési eljárást a szakirodalom, a katalógus-adatok felhasználásával és az üzemi tapasztalatok alapján alakítottam ki, vezettem be, s az elmúlt 10-20 évben tervezési feladatok megoldása során eredményesen alkalmaztam – időszerű tehát, hogy ezeket az eljárásokat szélesebb körben közreadjam. A munka során kerültem a bonyolult összefüggéseket, hiszen számos esetben a sok-sok paramétert tartalmazó összefüggések azért nem alkalmazhatók, mivel megbízható üzemi adatok annyiféle paraméterre vonatkozóan nem állnak rendelkezésre. Az itt ismertetésre kerülő összefüggések előnye az is, hogy néhány üzemi mérés elvégzésével a helyi viszonyokra (közetsajátságok, technológiai jellemzők) adaptálhatók az összefüggések empirikus paramétereinek

nek az üzemi mérésekből való kiszámításával. Ekkor arra is módunk van, hogy új, hasonló kialakítású, de kisebb vagy nagyobb kapacitású aprítógép méretezését saját tapasztalatokra építve hasonlósági (ún. *scale-up*) eljárással oldjuk meg, erre is mutatok példát.

## A gépméretezés általános elve, menete

### 1. lépés:

Az aprítás kőzet által igényelt fajlagos munkaszükségletének a meghatározása:

Adott kőzet törésének fajlagos munkaszükséglete *durva aprításkor* (a töret szemcsemérete  $x_{80} \geq 50$  mm) Kick-Kirpicsev összefüggéssel megbecsülhető:

$$W_{f,k} \cong C_K \lg (X_{0,atl}/x_{atl}) \text{ [kWh/t]} \quad (1)$$
amelyben  $X_{0,atl}$  és  $x_{atl}$  a feladás és a töret átlagos szem nagysága, [mm];  $C_K$  -a kőzet apríthatóságától függő tényező, értéke: szénre 0,53 kWh/t; mészkőre 0,79 kWh/t; dolomitra 0,8 kWh/t; foszfátércre 0,73 kWh/t, andezitre 1,25 kWh/t; bazaltra 1,2 kWh/t becsülhető.

*Közép- és finomaprításkor* (a töret szemcsemérete  $0,5 \text{ mm} \leq x_{80} < 50$  mm) pedig a Bond összefüggéssel számítható:

$$W_{f,B} \cong 10 W_{IB} (x_{80}^{-0,5} - X_{80}^{-0,5}) \text{ [kWh/t]}, \quad (2)$$
amelyben  $X_{80}$  a feladás 80%-os szem nagysága, [μm];  $x_{80}$  a töret 80%-os szem nagysága, [μm];  $W_{IB}$  a kőzet apríthatóságát jellemző tényező. A Bond-munkaindex értékei: szén 8-12 kWh/t; mészkő és dolomit 8-12,5 kWh/t; rideg anyag 7,5 kWh/t; bauxit 10 kWh/t, foszfátérc kb. 10 kWh/t, andezit 24 kWh/t; bazalt 22 kWh/t [3].

### 2. lépés:

A  $Q$  kapacitású törő hajtómotorjának a törendő anyag által igényelt  $P_{anyag}$  teljesítmény-szükséglete a kőzet  $W_f$  fajlagos törési munkai igénye ismeretében:

$$P_{anyag} = W_f Q \text{ [kW]} \quad (3)$$

### 3. lépés:

A gép  $P_{gép}$  teljesítő képessége és a szükséges  $P_{anyag}$  teljesítmény az egyenlőségéből a gépek főméretének meghatározása:

$$P_{anyag} = P_{gép} \quad (4)$$

Az aprítógépek  $P_{gép}$  munkavégző képessége az empirikus összefüggésekben a berendezés munkát végző

szerszáma főméreteinek ( $L$  hossz és  $D$  átmérő) és a mozgató sebességének ( $v$ ), valamint a mozgató-, ill. törőerővel arányos  $K$  gépi konstansnak (elvből a forgatónyomaték és szögsebességnek  $P = M \omega$ ) a függvénye. Leggyakrabban a forgó mozgást végző aprítógépeknél ezért a

$$P_{\text{gép}} = K L D v \quad [\text{kW}] \quad (5)$$

összefüggéssel találkozunk. Tekintettel arra, hogy a fő méretek  $k_L = L/D$  viszonya a gépekre jellemző, az (5) összefüggés

$$P_{\text{gép}} = K k_L D^2 v \quad (6)$$

alakban is felírható.

A (3), (4) és (6) összefüggésből:

$$D = \left( \frac{Q W_f}{K k_L v} \right)^{0,5} \quad (7)$$

Az (1), (2) és (7) összefüggésből durva aprításkor:

$$D = \left( \frac{Q \left[ C_k \lg(X_s/x) \right]}{K k_L v} \right)^{0,5} \quad [\text{m}] \quad (8)$$

közép- és finomaprításkor:

$$D = \left( \frac{Q \left[ 10 W_{25} (X_{80}^{-0,5} - X_{80}^{-0,5}) \right]}{K k_L v} \right)^{0,5} \quad [\text{m}] \quad (9)$$

Amennyiben üzemi mérésből az adott (meglévő)  $D_0$  méretű aprítógépre rendelkezésre áll a  $P_0 - Q_0$  – összetartozó adatpár, akkor új gép vásárlásakor az adott anyagra, a gépi méretviszony és kerületi sebesség megtartásával (scale-up) becslést tehetünk a kívánt új feltétekhez ( $Q_k$  kapacitás és  $x_{\text{atl}}$  vagy  $x_{80}$  töretfinomság) szükséges  $D_k$  gépméretre. A  $D_k/D_0$  hányados képzésével, és végül a konstansok egyszerűsítését követően ugyanis az alábbi összefüggésekhez jutunk:

$$D_k = D_0 \left( \frac{Q_k \lg(X_k/x_k)}{Q_0 \lg(X_{0,8}/x_0)} \right)^{0,5} \quad \text{ill.} \\ D_k = D_0 \left( \frac{Q_k (X_{80,k}^{-0,5} - X_{80,k}^{-0,5})}{Q_0 (X_{80,0}^{-0,5} - X_{80,0}^{-0,5})} \right)^{0,5} \quad (10)$$

### Pofástörők

A pofástörőket elsősorban a kemény, koptató, valamint a közép-kemény, rideg anyagok durvatörésére alkalmazzák. A pofástörőknek két meredek, alul hegyesszöget bezáró törőfelületük van; az egyik áll, a másik ehhez váltakozva közeledik-távolodik, miközben a kőzetdarabokat nyomással aprítja. Az egyingás típusú törőknél a mozgó törőlap felfüggesztése és hajtása egybeesik, a kétingás törőknél kettéosztott.

#### A pofástörő méret- és üzemi viszonyai

A pofástörőt az alábbi méret- és üzemi viszonyok jellemzik [3]:

- Garathossz  $L = 1,5 G$
- A törőtér magassága:  $H = 2 G$
- Garatszélesség:  $G = 1,2 X_{0,80}$ , ahol  $X_{0,80}$  a feladás 80%-os szemcsemérete, értéke leggyakrabban  $G = 0,4-1,2$  m.
- A löketség az  $n_{kr}$  kritikus érték körül:  $n_{nk} = 66,43(\lg \varphi/1)0,5$ , ahol a törőszög durva törőkre  $\varphi = 16-22^\circ$
- A fordulatszámokra érvényes az  $n = 280 \exp(-0,2G^3)$  összefüggés [7], értéke a gyakorlatban leggyakrabban  $100-300 \text{ min}^{-1}$
- A lökethossz pedig:  $l = 0,06G^{0,85}$ , a gyakorlatban  $5-30$  mm
- Gépi aprítási fok:  $r_g = G/R = 6-8$ , ahol  $R$  a maximális résméret

#### A töret szemcsemérete

A töret szemcseméretét üzemi vagy fél-üzemi mérésekből nyert empirikus függvényekkel is megbecsülhetjük [2, 5, 6]:

$$B(\xi) = \left( \frac{\xi}{\xi_{\max}} \right)^n \quad (11)$$

ahol  $\xi = x/R$ ,  $\xi_{\max} = x_{\max}/R$  és  $x$  a szemcseméret,  $R$  a résméret. Ezen empirikus törési függvény a résméret és a töret szemcseméret-eloszlása közötti összefüggést tárja fel, azaz azt a törvényszerűségét fejezi ki, hogy a feladás  $X_0 > R$  darabjaiból, szemcséiből, a  $R$  résmérethez viszonyítva a  $\xi = x/R$  méretarányú szemcsék a töretben mindig ugyanazon  $B(\xi)$  tömegarányban keletkeznek. Az üzemi mérés során tehát olyan kőzetdarabok aprításából határozhatjuk meg a függvényeket, amelyeknek mérete nagyobb a mindenkor karakterisztikus törőgéprésméretnél (e résméretnél kisebb kőzetdarabok tovább nem aprózódnak a pofás és kúpos körtörőkben). A  $\xi_{\max}$  értéke kétingás törőre  $1,2-1,25$ ; egyingás törőre  $1,48-1,54$ . Az  $n$  értéke kétingás törőre  $0,84-0,88$ ; egyingás törőre  $0,81$ .

Mindezek alapján a töretre vonatkozó nevezetes szemcseméreteket:

- 80%-os szemcseméret egy-, ill. kétingás törőre:  $x_{80} \approx 1,14R$ , ill.  $x_{80} \approx 0,93R$
- 50%-os szemcseméret egy-, ill. kétingás törőre:  $x_{50} \approx 0,64R$ ; ill.  $x_{50} \approx 0,55R$
- maximális szemcseméret:  $x_{\max} \approx (1,2 \dots 1,25) R$ .

#### A pofástörők feldolgozó képessége ( $Q$ t/h)

A szokványos kialakítású egy- és kétingás pofástörők kapacitása alapvetően a kiömlési keresztmetszet függvénye:

$$Q = \alpha A = \alpha RL \quad (12)$$

összefüggéssel számolható, ahol:

- $Q$  kapacitás [t/h]
- $\alpha$  állandó
- $R$  résméret [mm]
- $L$  réshossz [m]
- $A$  kiömlő-rés szelvénye



<b>1. táblázat:</b>	$\alpha$ értékei	Az $\alpha$ tényező értékei az $L$ réshossz függvényében <i>H. Schubert</i> [4] szerint az 1. táblázatban láthatóak.
<b>L [mm]</b>	<b><math>\alpha</math></b>	Az $\alpha$ tényező <i>Tarján G.</i> szerint [7] $\alpha = 850$ (ekkor R, L m-ben adandó meg!).
400	0,55	
600	0,60	
1000	0,65	
1260	0,75	
1500	0,80	

A (12) összefüggésből a Q kapacitású R résméretű pofástörő kiömlő-résének L hossza:

$$L = \frac{Q}{\alpha R} \quad (13)$$

#### A hajtómotor teljesítmény-szükséglete

A Q kapacitású törő hajtómotorjának teljesítmény-szükséglete az (1) és (3) összefüggésből:

$$P = Q C_K \lg (X_o/x) \quad (14)$$

#### Példa

Egyingás pofástörő méretezendő 75 t/h kapacitásra  $X_{0,80} = 500$  mm ( $X_{0,at} \approx X_{0,50} \approx 300$  mm) szemcse-nagyságú mészko aprítására 80%-ban 110 mm szemcse-nagyságú töret előállítására.

##### 1. Résméret:

$x_{80} = 120$  mm  $\approx 1,14R$ , amelyből:  $R = 105$  mm.

A töret átlagos szemcseméretét 50%-os szemcseméret-tel becsülve:

$$x_{at} \approx x_{50} = 0,64R = 67$$
 mm

##### 2. A szükséges törőtér L hosszúság:

a Tarján-féle  $\alpha$  tényezővel számolva

$$L = Q/(\alpha R) = 75/(850 \cdot 0,105) = 0,84$$
 m;  $L \approx 900$  mm

A garat  $G = L/1,5 = 600$  mm

Ellenőrzés a szemcseméret alapján  $G = 1,2X_{0,80} = 1,2 \cdot 500 = 600$  mm – *rendben*.

A gépi aprítási fok ellenőrzése:  $r_g = G/R$ ;  $r_g = 600/105 \approx 6 < 8$  – *rendben*.

##### 3. Teljesítményszükséglet:

$$\text{A (14) összefüggésből: } P = Q C_K \lg (X_{0,at}/x_{at}) = 75 \cdot 0,79 \lg (300/67) = 38$$
 kW

A névleges motorteljesítmény 20-30%-kal nagyobbra választandó  $P_{névl} = 45$  kW

#### Hengeres törők fő méret- és üzemjellemzői

A hengeres fogazott törők kis és közepes szilárdságú kőzetek (szén, mészko, agyagok) rideg és lágy, tapadós anyagok durva és középaprítására alkalmazhatók, a sima felületű hengeres törő pedig elsősorban kis és közepes szilárdságú rideg kőzetek közép- és finomaprítására.

A méretvizsgálatokat mind a két irányban célszerű elvégezni, nevezetesen egyrészt a szükséges kapacitásoldalról, és ellenőrzésképpen az őrléhetőség alapján becsült energiaszükséglet oldaláról.

#### A hengeres törő feldolgozó képessége

A hengeres törő feldolgozási teljesítménye az alábbi összefüggéssel határozható meg:

$$Q = 3600 (1-\epsilon) \rho L_E R v = 3600 c \rho L_E R v \text{ [t/h]},$$

ahol:

- $\epsilon$ : halmaz porozitás a résben (szokványos esetben, laza adagolásnál 0,7-0,9, túltömöttnél pedig 0,4-0,6);
- $c$ : térkitöltési tényező ( $c = 1-\epsilon$  az előbbi sorrendben  $c = 0,1-0,3$  ill.  $0,4-0,6$ ).
- $\rho$  kőzet sűrűsége, [t/m<sup>3</sup>];
- $L_E$ : az effektív hengersizélesség, [m];
- $R$ : résméret, [m];
- $v$ : kerületi sebesség [m/s], lassújáratú hengeres törőkre 1-5 m/s, gyorsjáratúakra 8-10 m/s, ütőhengerekre: 12-18 m/s. Nagyobb átmérőhöz nagyobb kerületi sebesség tartozik. Nagyobb lehet a kerületi sebesség a lágy és kis szilárdságú, valamint a kisebb szemcseméretű anyagok törésénél. A nagyobb kerületi sebesség, vagy túltömött adagolás nagyobb porképződéssel jár.

Az effektív hengersizélesség:

- Fogazott hengeres törőre:  $L_E \approx 0,5 L - 0,6 L$  ;
- Sima hengeres törőre:  $L_E \approx 0,90 L - 0,95 L$  ( $L$  – a henger szélessége [m]).

#### A sima hengeres törő törete

A töret jellegzetes szemcseméretei a résméret függvényében lágytól a közepkemény kőzetekre:

$$\text{A töret 80\% szemcsemérete: } x_{80} \approx (0,7-1,2)R$$

$$\text{A töret 50\% szemcsemérete: } x_{50} \approx (0,32-0,75)R$$

$$\text{A töret maximális szemcsemérete: } x_{\max} \approx 1,6 R$$

#### A hengeres törő hajtómotorjának teljesítmény szükséglete

A szokványos fogazott és sima hengeres törőre az alábbi tapasztalati összefüggések érvényesek [8]:

$$P \approx k D L v, \quad D \leq 700 \text{ mm} \quad (15)$$

$$P \approx k D L v + b, \quad D > 700 \text{ mm} \quad (16)$$

$k$  – tapasztalati konstans, értéke:

- kéthengeres törőre:  $k = 15$ , ha  $D \leq 700$  mm,
- kéthengeres törőre:  $k = 8,2$  és  $b = 10$ , ha  $D > 700$  mm,
- egyhengeres fogazott törőre:  $k = 14$ .

#### Méretviszonyok

A közép- és finomaprításra szerkesztett sima hengeres törőkre jellemző méretviszonyok [3, 7]:

- kéthengeres törőkre:  $L/D = 0,3-0,5$ ; lágy anyagokra  $L/D = 1,5$  (de pl. gabonaszemek őrlésére  $L/D = 2-4$ ).

A durva- és középaprításra szerkesztett fogazott hengeres törőkre jellemző méretviszonyok:

- közepes szilárdságú kőzetekre  $L/D = 1-2$ , lágy anyagokra  $L/D = 1,5$
- egyhengeres törőkre:  $L/D = 2-2,5$ .

#### A D hengerátmérő

A megengedett D hengerátmérő, feladás  $X_{0,\max}$  maximális szemcsemérete és résméret viszonya (a szemcsebehúzás feltétele) alapján, [3] nyomán:

– fogazott (tüskés) hengeres törőre

$$\text{kéthengeres törők esetén } X_{0,\max} = 0,5 D - 0,7 D, \text{ az egyhengeres törőkre } X_{0,\max} = 0,6 D - 0,7 D,$$

- *sima felületű hengeres törőkre*  $D = 45(X_{0\max} - R)$ ,
- *a rovátkolt hengerpárra* (rovátka-árok mélysége 1,5 mm, árok szélessége 1,5 mm) pedig a  $D = 25 (X_{0\max} - R)$  összefüggések érvényesek.

### Példa

Kéthengeres törő méretezendő 8 t/h kapacitásra  $X_{0\max} = 30$  mm szemcsenagyságú mészko aprítására 80%-ban  $x_{80} = 6$  mm szemcsenagyságú töret előállítására ( $\rho = 2,5$  t/m<sup>3</sup>).

- 1) *Résméret:*  $x_{80} = 1-1,2 R$ , amelyből óvatos becsléssel  $R = x_{80}/1,2 = 6/1,2 = 5$  mm
- 2) *Henger átmérő:*  $D = 25(X_{0\max} - R) = 25(30-5) = 625$  mm
- 3) *A hengeres törő kapacitása* ( $v = 3$  m/s,  $c = 0,15$ ):  
 $Q = 3600 \cdot c \cdot \rho \cdot L_E \cdot R \cdot v = 3600 \cdot 0,15 \cdot 2,5 \cdot L_E \cdot 0,005 \cdot 3 = 20,25 L_E$ , amelyből  $L_E = 8/20,2 = 0,4$  m azaz  $L = 450$  mm
- 4) *Hajtómotor teljesítmény:*  $P = k L D v = 15 \cdot 0,45 \cdot 0,625 \cdot 3 = 12,7$  kW  
 $P_{\text{névleges}} = 1,25 \cdot P = 1,25 \cdot 12,7 \approx 16$  kW
- 5) *Kapacitás, ill. teljesítmény ellenőrzés:*  $P = W_f Q$

A középrapítás munkaszükségletét  $x_{80} = 6$  mm-re történő aprításkor a Bond-összefüggéssel becsülhetjük meg, a fenti adatokból:

$$P = Q 10 W_{IB} (x_{80}^{-0,5} - X_{80}^{-0,5}) = 8 \cdot 10 \cdot 12 (6000^{-0,5} - 25000^{-0,5}) = 7 \text{ kW}$$

A névleges motorteljesítmény:

$P_{\text{névl}} = 1,3 P \approx 9 \text{ kW} < 16 \text{ kW}$ , a fenti méretek és teljesítmény tehát megfelelőek.

### A kalapácsos törő fő műszaki jellemzői

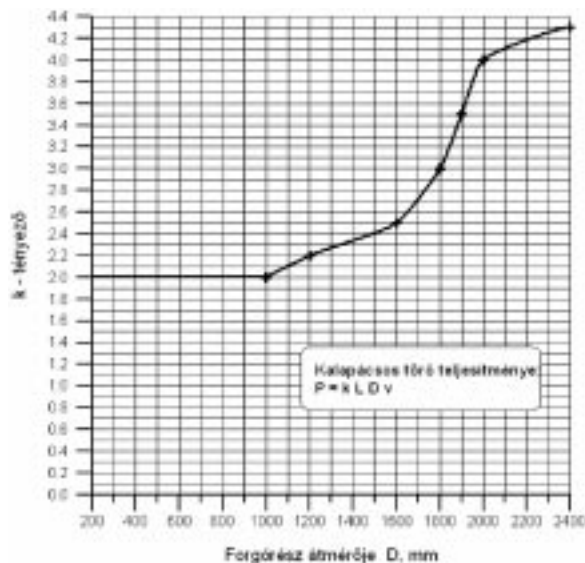
#### A kalapácsos törő energiaigénye

Az egyrotoros szokványos kalapácsos törő teljesítményszükségletére az alábbi tapasztalati összefüggés érvényes [8]:

$$P_{1R} \approx k D L v$$

azonos méretű kétrotoros törőre:

$$P_{2R} \approx 1,85 P_{1R}$$



1. ábra: A k konstans értékei a rotor-átmérő függvényében

ahol:

$D$  – a rotor átmérője [m]

$L$  – a rotor szélessége [m]

$v$  – a rotor kerületi sebessége [m/s], durva törőkre  $v = 20-30$  m/s; középrapításra  $v = 35-40$  m/s; finom aprításra  $v = 50-60$  m/s (őrlőmalmokra  $v = 80-100$  m/s).

$k$  – a gép méretétől függő konstans: ha  $D \leq 1$  m, akkor  $k = 2$ , nagyobb méretű szokványos kalapácsos törőkre és malmokra a  $k$  értékét a katalógusadatok felhasználásával készített 1. ábrán látható diagram segítségével becsülhetjük.

#### A kalapácsos törőkre jellemző méretviszonyok

Egyrotoros törőkre [3]:

$D/L = 1-1,2$  ill.  $L/D = 0,8-1$

$G/L = 0,5$  ahol  $G$  a feladónyílás szélessége

$L'/L = 0,9-1$  ahol  $L'$  a feladónyílás hossza.

Kétrotoros törőkre:

$G/D = 0,9-1$  és  $L'/L = 0,9-1$

### Példa

Kalapácsos törő méretezendő  $Q = 30$  t/h kapacitásra  $X_{0,80} = 20$  mm szemcsenagyságú mészko aprítására  $x_{80} = 2$  mm szemcsenagyságú töret előállítására ( $\rho = 2,5$  t/m<sup>3</sup>).

Közép- és finomaprításakor a (9) összefüggés használható:

$$D = \left( \frac{Q \left[ 10 W_{IB} (x_{80}^{-0,5} - X_{80}^{-0,5}) \right]}{K k_L v} \right)^{0,5}$$

$k_L = L/D = 1$  és  $W_{IB} = 12$ , valamint  $v = 50$  m/s mellett:

$$D = \left( \frac{30 \cdot \left[ 10 \cdot 12 (2000^{-0,5} - 20000^{-0,5}) \right]}{K \cdot 1 \cdot 50} \right)^{0,5} = \left( \frac{0,61}{K} \right)^{0,5} = 0,81 \cdot K^{-0,5}$$

$D = 0,58$ , azaz  $D = 600$  mm

Hajtómotor teljesítmény: ( $k_L = L/D = 1$ ):

$$P_{1R} \approx k k_L D^2 v = 2 \cdot 1 \cdot 0,6^2 \cdot 50 = 36 \text{ kW}$$

$$P_{\text{névl}} = 1,2 P = 1,2 \cdot 36 = 43 \text{ kW}$$

### A röpítőtörő fő jellemzőinek meghatározása

#### Vízszintes rotor-tengelyű röpítőtörő energiája

Szokványos röpítőtörőre az alábbi tapasztalati összefüggéssel becsülhetjük meg:

$$P \approx k D L v$$

ahol:

$D$  – a rotor átmérője [m]

$L$  – a rotor szélessége [m]

$v$  – a rotor kerületi sebessége [m/s],  $v = 30-50$  m/s

$k$  – a gép méretétől függő konstans, középkevény kőzetekre  $D = 800-1800$  mm géptartományban

$k = 1,4-2,8$  között lineárisan változik.

### Köszönetnyilvánítás

A cikk a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv

keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

## IRODALOM

- [1] Csőke B.: Golyósmalmok fő méret- és üzemjellemzőinek meghatározása számítógéppel. Építőanyag, 2005/1, 39-42.
- [2] Csőke B.: Aprítóművek gépei fő méret- és üzemjellemzőinek meghatározása. Építőanyag, 2006/4, p. 107-112
- [3] Tarján G.: 1981. Mineral Processing I. AK, Budapest
- [4] Schubert H.: Aufbereitung fester Rohstoffe (I). VEB Deutsch. Verl. Für Grundstoffindustrie, Leipzig 1987.
- [5] Csőke B.: Simulation and optimization of crushing technologies. Gospodarka Surowcami Mineralnymi, Polska Akademia Nauk, Kraków. 1995/4, Tom 11. p. 480-491.
- [6] Csőke B., Pethő Sz., Földesi J., Mészáros L.: Optimatization

of Stone-Quarry Technologies. Comminution 1994. (Ed. K.S.E. Forssberg – K. Schönert). ELSVIER. Amsterdam-Lausanne-New York-Oxford-Shannon-Tokyo. 1996. pp. 447-459.

- [7] Tarján G. 1974.: Ásványelőkészítés I. Tankönyvkiadó, Budapest
- [8] Szpravocnyik po Obogascseniju rud. Nedra. Moszkva. 1972.
- [9] Höfl K.: Zerkleinerungs- und Klassiermaschinen. Schlütersche. Verlagsanstalt und Druckerei GmbH & Co., Hannover, ISBN 3-9802106-1-8
- [10] Katalógusok: KHD, Pragoinvest, Aubema, Siebtechnik, Schwermaschinenbau-Kombinat Magdeburg, Hazemag, Aprítógépgyár, Westfälische Maschinenbau, METSO Minerals, SVEDALA, Liezen

**PROF. DR. CSŐKE BARNABÁS:** a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézetének egyetemi tanára. Bányamérnöki diplomáját 1969-ben, dr. habil címét pedig 1998-ban a Miskolci Egyetemen szerezte. 1995-2010-ig a Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézetnek és jogelődjének vezetője volt. Kutatási és oktatási területe a mechanikai eljárások, nyersanyagok előkészítése, törésmechanikai és fizikai jelenségek kutatása finom diszperz rendszerekben, aprítás és szétválasztás számítógépi modellezése és szimulációja. Több mint 170 publikációval rendelkezik.

## Az ombudsman válasza

A BKL Bányászat 2012/3. számában (54-60. old.) is leközölt, az Alapvető Jogok Biztosának írt levelére Horányi István tagársunk az alábbi választ kapta:

„Tisztelt Uram!

Köszönöm, hogy megtisztelt bizalmával és az AJB-1078/2012. sz. ombudsmani jelentéssel összefüggésben tájékoztatott a homok- és kavicsbányászattal összefüggő hatósági problémákkal és szabályozási kérdésekkel kapcsolatos álláspontjáról.

A felszín alatti vizek és azok természetes víztartó képződményei, valamint a föld méhének kincsei természetes előfordulási helyükön az állam kizárólagos tulajdonába tartoznak, vagyis az Alaptörvény szerint azok a nemzeti vagyon részét képezik (a nemzeti vagyon fogalmkörébe tartozó egyes vagyontípusokról szóló 2011. évi CXCVI. törvény 4. § (1) bek.). Az Alaptörvény P) cikke külön kiemeli, hogy a termőföld és a vízkészlet, mint természeti erőforrás, a nemzet közös örökségét képezi. A természeti erőforrások horizontális védelmének követelményét erősíti meg az Alaptörvény 38. cikk (1) bekezdése, amely szerint: „Az állam és a helyi önkormányzatok tulajdonosa nemzeti vagyon. A nemzeti vagyon kezelésének és védelmének célja a közérdek szolgálata, a közös szükségletek kielégítése és a természeti erőforrások megóvása, valamint a jövő nemzedékek szükségleteinek figyelembevétele. A nemzeti vagyon megőrzésének, védelmének és a nemzeti vagyonnal való felelős gazdálkodásnak a követelményeit sarkalatos törvény határozza meg.”

Az ásványvagyon – mint a nemzeti vagyon egyik elemének – kitermelésének elsődleges célja az Alaptörvény szerint a közös szükségletek kielégítése, amelynek során a természeti erőforrások kíméletével szükséges eljárni.

Nem vitatott, hogy a bányászati tevékenység helyhez kötött, hosszú időt és nagy beruházási költségeket igénylő feladat, azonban e tevékenység folytatása során is az Alaptörvényben meghatározott alapelveket érvényesíteni kell. Jelenleg a bányászati tevékenységet a piaci viszonyok alakulása határozza meg nagyjából, az ásványvagyonnal való gazdálkodást azonban nem lehet a piac törvényszerűségeire hagyni, a vagyonnal való ésszerű és takarékos gazdálkodást a jogi szabályozásnak elő kell segítenie.

A bányászati joganyag nem kellően differenciált az ásvá-

nyi nyersanyagok fajtáját illetően, a szabályozás a szilárd ásványi nyersanyagok körében csak a mélyművelés és a külszíni bányászat között tesz különbséget, a homok- és kavicsbányászat vonatkozásában hiányoznak a különös szabályok.

A természeti erőforrások védelméről horizontális szinten kell gondoskodni, ezért olyan ásványi nyersanyag, mint a homok vagy kavics esetében, amely hazánk geológiai adottságaiból fakadóan viszonylag sok helyen és nagy kiterjedésben megtalálható, differenciáltabb szabályozásra van szükség ezen a területen, amely elősegíti a megfelelőképpen megvalósítható termőföld- és vízkészletvédelmet. A homok- és kavicsbányászat esetén éppen az ásványi nyersanyag nagy területen történő elhelyezkedése miatt van lehetőség például a bányatelek kapcsán differenciáltabb szabályok megállapítására, a kijelölésre vonatkozó speciális elvek és szabályok meghatározásával.

A fenti koncepcionális észrevételek mentén kerültek megfogalmazásra a jelentésben foglalt jogszabályalkotási javaslatok.

Nagyrá értékeltém a témát érintő erőfeszítéseit, aktivitásait és értékes javaslatait. További munkájához sok sikert kívánok! Budapest, 2012. október 25.

Üdvözlettel

Prof. Dr. Szabó Máté sk.”

## Az MBSZ rendkívüli, tisztújító közgyűlése

A Magyar Bányászati Szövetség rendkívüli tisztújító közgyűlést tartott a Bányásznapi országos központi ünnepséget megelőzően 2012. augusztus 30-án (csütörtökön) az Eger Hotelben. A közgyűlés határozatait:

1. A Szövetség Rendkívüli Közgyűlése egyhangú szavazással megválasztotta az MBSZ elnökévé Palásthy Györgyöt, a MOL Nyrt. KTD Integrált Mezőbéli Alkalmazások igazgatóját, illetve az MBSZ alelnökévé, a Szénhidrogén Tagozat elnökévé Emyey Ibolyát, a Magyar Horizont Energia Kft. ügyvezető igazgatóját.
2. A Közgyűlés egyhangúlag elfogadta a DELCUADRA Kft. és az MB 2001. Olajipari Szolgáltató Kft. belépési szándéknyilatkozatát, és örömmel üdvözli őket a Magyar Bányászati Szövetség tagjai sorában.

www.mabsz.hu

PT



# Száraz nehézközeges szétválasztás az ásványi és szekunder nyersanyagok előkészítésében

DR. GOMBKÖTŐ IMRE okl. előkészítéstechnikai mérnök, docens, Miskolci Egyetem,  
Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet



*Az ásványi és másodlagos forrásokból származó nyersanyagok feldolgozásában, előkészítésében mindig jelentős szerepet töltek be az ún. gravitációs szétválasztási eljárások, amelyek az anyagkomponensek eltérő sűrűsége alapján valósították meg a szétválasztást. Jelen cikk a nehézközeges eljárás ritkábban alkalmazott megoldását mutatja be, mint potenciálisan alkalmazható eljárást az előkészítés-technikában.*

## Bevezetés

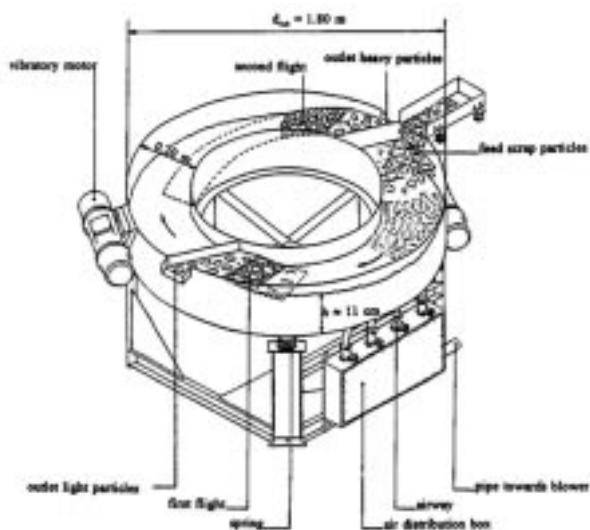
Az ásvány- és szénelőkészítés területén az ún. nehézközeges szétválasztási eljárások kiemelt helyet töltenek be, hiszen igen nagy szemcseméretű anyag feladása is lehetséges (gyakorlatilag aknaszén közvetlenül, a poros részek eltávolítása után feladható) és nagy üzemi kapacitás mellett a gravitációs eljárások közül, a technológiai fegyelem megtartása és a megfelelő tartózkodási idő megválasztásával az egyik legélesebb szétválasztást produkáló eljárástípust kapjuk. A nehézközeges szétválasztás elve az, hogy ha egy közegbe valamely testeket helyezünk, akkor a közegnél kisebb sűrűségű testre ható felhajtóerő meghaladja a testre ható gravitációs erő nagyságát így felúszik, míg a közegnél nagyobb sűrűségű test esetén a gravitációs erő haladja meg a felhajtóerő nagyságát és lesüllyed.

Az ipari gyakorlatban könnyebb hozzáférhetőségük és egyéb előnyös tulajdonságaik miatt a valódi folyadékokkal szemben nehéz szilárd szemcsék finomra őrölt frakciójából készült szuszpenziókat alkalmaznak, amelynek sűrűségét a kellően nagy testsűrűségű szilárdanyag térfogati koncentrációjának beállításával szabályozhatjuk. A módszer hátrányát az adja, hogy egyrészt a magas szilárdanyag koncentráció mellett a közeg viszkozitása jelentősen megnő, adott esetben reológiai tulajdonságai is előnytelenül változnak, a szuszpenziót állandóan regenerálni kell, amely jelentős kiegészítő berendezéssé válhat, illetve hidrofób anyagok esetén a közegnél nehezebb szemcsék is a könnyű termékbe kerülhetnek. Mindemellett esetenként a víz kezelése és szárítás alkalmazása is szükséges.

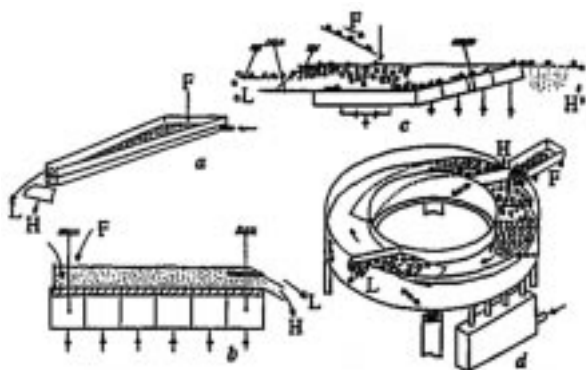
Fenti hátrányok kiküszöbölésére, de a nehézközeges szétválasztás előnyeinek megtartása végett lehetőség van ún. aeroszuszenzió létrehozására, amely nem más, mint monodiszperz finom szemcsék levegővel történő örvényágyának kialakítása fluidizációval. A fluidizáció egy olyan jelenség, ahol egy szemcsés anyaghalmozaton keresztül alulról felfelé levegőt vagy folyadékot áramoltatva – a közeg sebességét úgy választva meg, hogy anyagszállítás még éppen ne történjék – a halmazt fella-  
zítjuk. A szétválasztó közeg a nedves nehézközeges

szétválasztás elvéhez hasonlóan homok ( $2700 \text{ kg/m}^3$ ) vagy egyéb nehézásványok, mint hematit vagy magnetit ( $4800 - 5200 \text{ kg/m}^3$ ), cirkon homok ( $4650 \text{ kg/m}^3$ ), illetve ferro-szilícium ( $6340 \text{ kg/m}^3$ ) szemcsék levegőben fluidizálva. Jun Oshitani et al. (2011) beszámol arról, hogy sikeresen készített  $2500 - 4200 \text{ kg/m}^3$  közötti sűrűséggel rendelkező közeget monodiszperz cirkon homok és vasöntvény por megfelelő arányú keverékével. A szerző bemutatta, hogy a rendszerben biztosíthatóak azon feltételek, amelyek hatására az eltérő sűrűségű szemcsékből álló keverékek nem válnak szét saját sűrűségük szerint. Az ilyen módon fluidizált anyagágy folyadékszerűen viselkedik, így a fluidizált ágy sűrűsége  $1400$  és  $3500 \text{ kg/m}^3$  között változhat függően a választott közeg fajtájától, illetve  $40 - 45\%$  ágyporozitást véve alapul. A közeget alkotó szemcsés anyagot vagy körkörösén járatják vibráció segítségével, vagy egyéb elrendezésben a közeg és a feladott anyag egyenesen halad át a berendezésen egy a közeget leválasztó szita és a termékeket szétválasztó egységek beépítésével (lásd 1. és 2. ábra).

A szétválasztandó szemcsék szemcsemérete jellemzően  $10 \text{ mm}$ -nél nagyobb. Amennyiben a szemcse sűrű-



1. ábra: Sandflo körkörös száraz nehézközeges szeparátor (Jong, T.P.R. de, 1999)



**2. ábra:** Száraz HMS szeparátortípusok áttekintése. Dryflo (a), Eveson (b), Douglas and Walsh (c), és Sandflo (Jong, T.P.R. de, 1999)

sége a fluidizált közegnél nagyobb sűrűségű, akkor le-süllyed, amennyiben a közegnél kisebb sűrűségű, a fluidizált közeg felszínére úszik. A közeget alkotó szemcséktől a szétválasztott termék szemcséi egyszerű szitálással szétválaszthatók.

A száraz nehézközeget szeparátorokat sikerrel alkalmazták alumínium, réz és műanyag alkotók szétválasztására, azonban az ipari felhasználás során egyre inkább trend, hogy a száraz nehézközeget szeparátor helyett légszéreket alkalmazzanak, mivel ebben az esetben a közeget alkotó anyag beszerzése nem szükséges valamint az üzem kiépítése, elrendezése is jelentősen egyszerűsíthető (nem szükséges a közeg visszaforgató rendszer kiépítése). Oshitani et al. (2003 a, b) arról számolnak be, hogy aprított autóröncsből származó műanyag komponenseket réz drótszálaiktól sikeresen választottak szét 90%-ot meghaladó tisztaságban. Más szerzők (Sekito et al. 2003) szerint sikerrel választották szét szilárd települési hulladékból az éghető és éghetetlen frakciót 1,5 kg/dm<sup>3</sup> elválasztási sűrűség mellett. A fémhulladék szétválasztására tett kísérletek, ahol a fémhulladékot különböző alkotókra próbálták szétválasztani (pl. alumínium és egyéb nem-vas fémek) azt mutatták, hogy a szétválasztás élessége jelentősen elmarad a hagyományos nedves nehézközeget eljáráshoz képest és nem ad kielégítő eredményt kereskedelmi minőségű termékek eléréséhez.

Szerves (műanyag) és szervetlen alkotók szétválasztására azonban kiválóan alkalmas a módszer, nem beszélve arról, hogy az alkalmazható közeg egyszerű kvarchomok, ami szükségtelenné teszi a drágább magnetit, hematit és egyéb nehézasványok alkalmazását, így olcsó alternatívát kínál a hagyományos nedves gravitációs eljárások ellenében (ülepítés, áramkészülék). Tanaka et al. (2000) és más szerzők (Luo Zhenfu, Chen Qingru, 2001) arról számolnak be, hogy általuk kifejlesztett száraz nehézközeget berendezésben nagy tisztaságú, alacsony hamutartalmú szénkoncentrátumot állítottak elő. Jun Oshitani et al. (2011) sikeresen alkalmazta az eljárást modellanyagokra és darabos vasércre, amely esetben a szétválasztás élessége EP=0,03 volt.

Szemcsés anyaghalmoz fluidizációját az anyagágyon átáramló levegő segítségével állítjuk elő, amely az edény-

zet alján réselt szemi-permeábilis felületen át jut a berendezésbe. Amikor az átáramló levegő sebessége növekszik, az anyagágy egy adott légsebesség elérésekor fluidizálódik, és a fluidizált anyagágy folyadékszerű viselkedést mutat. A szemcsés anyaghalmoz porozitása (az üres tér térfogata az ágy térfogatához képest) lehetővé teszi a levegő, szemcsék közé való bejutását. Az áramló levegő az ágy szemcséire egy ún. vonzóerővel hat (ez a körülaramlás miatt kialakuló közegellenállási erő megfelelője), miközben az áramlás irányának megfelelő nyomásvesztést regisztrálhatunk. Amikor a levegő áramlási sebességét növeljük, a fluidizáció abban a pillanatban következik be, amikor a szemcsékre ható vonzóerő meghaladja a gravitációs erő mértékét.

### Alumínium – réz szétválasztásra irányuló vizsgálatok

Alumínium- és rézszemcsék szétválasztásához az előző fejezetben megismert eljárással végeztünk ismételt kísérleteket. Mivel az alumínium ( $\rho = 2,71 \text{ kg/dm}^3$ ) és a réz ( $\rho = 8,4-8,9 \text{ kg/dm}^3$ ) sűrűsége a korábban vizsgált anyagokéhoz képest magasabb, olyan szuszpenziót alkotó anyagot kellett keresnünk, amelyik halmazsűrűsége, fluidizált fellazult állapotban is a két alkotó sűrűsége közé esik. Ilyen választás volt az öntöttvasból készült por, amelynek jellemző szemcsemérete 100-500  $\mu\text{m}$ , tömör sűrűsége  $\rho = 7-7,4 \text{ kg/dm}^3$ , halmazsűrűsége  $\rho_h = 4,248 \text{ kg/dm}^3$  volt.

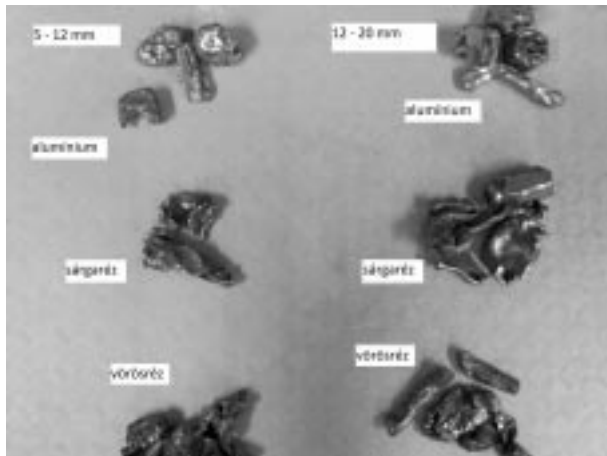
Mivel a jelenleg alkalmazott anyag sűrűsége magasabb, így a fluidizációhoz szükséges szállítómagasság is nagyobbra adódik, ezért jelen kísérletekhez olyan ventilátort választottunk, amelyik viszonylag kis légmennyiség szállítása mellett nagy emelőmagasságot tud teljesíteni. Így esett a választás a Ventifilt KNV-71VF/2880 típusú ventilátorra, amelyre a fluidágyat felépítettük.

A 3. ábrán kiépített rendszeren elvégzett kísérletek alapján 5 cm ágyvastagságnál 700-800 Pa nyomásvesztést mérünk fluidizált állapotban, míg a 10 cm ágyvastagság esetén a nyomásvesztés meghaladta az 1000 Pa-t, amely érték megfelel a szakirodalmi adatoknak.



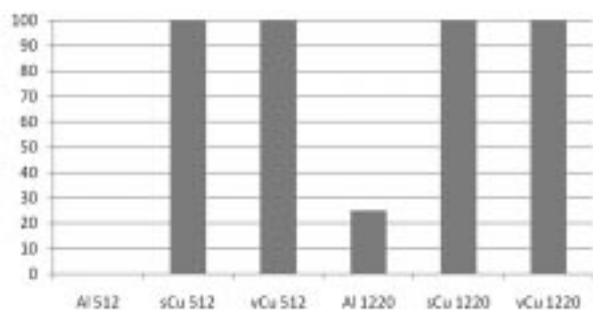
**3. ábra:** KBV-71 ventilátor a frekvenciaváltóval és a fluidizáló csővel

A fenti módon összeállított rendszerre az ALCUFER Kft. mohai telephelyéről származó, autóröncs feldolgozásából kikerült alumínium- és rézszemcséket használtunk fel. A szemcsék kiválasztásánál két szemcseméret tartományból (5-12 mm és 12-20 mm) válogattunk, úgy hogy a feladásra kerülő szemcsék között legyen kubikus és attól eltérő lapos, lemezes vagy hosszúkas szemcse is.



4. ábra: A kísérlethez felhasznált szemcsék

A kísérlet során 10 cm ágyvastagság mellett az egyes szemcsecsoportokat többször egymás után adtuk fel és feljegyeztük, hogy a szemcsék hány alkalommal süllyedtek a berendezés fenekére. Erre a módszerre azért volt szükség, mivel a fluidágy kis keresztmetszetű volt, ezért egyszerre kis mennyiség volt feladható, valamint a minták újra feladásához és az értékeléshez a gépet szakaszosan kellett üzemeltetni. Az egyes szemcsecsoportokat 20 alkalommal adtuk fel, az eredményt az 5. ábrán foglaltuk össze.



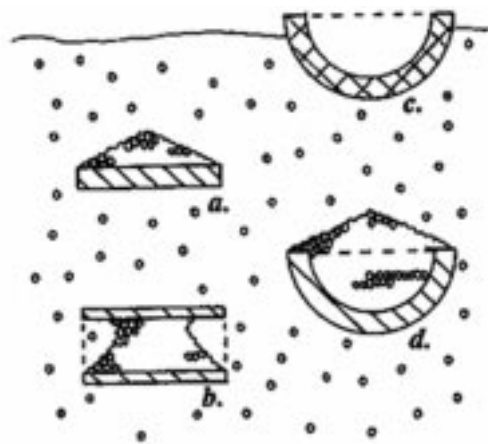
5. ábra: Az egyes szemcsecsoportok lesüllyedésének valószínűsége (%)

A kapott eredmények alapján az alábbi megállapítások tehetőek:

1. Amikor az átáramló levegő sebessége egy meghatározott mértéket meghalad, az anyagágy instabilitást mutat, ami úgy néz ki, mint a forrásban lévő folyadék. A legtöbb szemcsehalmaz hajlamos instabilitásra, ami annál inkább jellemző, minél durvább a közeget alkotó szemcse és minél nagyobb a szemcsék sűrűsége.
2. Amikor a szétválasztandó szemcsék szemcseméretét csökkentjük, a szemcsékre ható vonszoló erő az örvényágy statikus nyomás gradienséhez viszonyított ér-

téke megnövekszik. Ezzel a feladásban található kisebb szemcsék esetén a látszólagos elválasztási sűrűség csökken, ami ezeket a szemcséket nagyobb valószínűséggel a könnyű termékbe juttathatja. A jelenség jellemzően a 10-20 mm szemcseméret frakció alatt következik be és a szemcse alakjának is igen jelentős hatása van erre a jelenségre.

3. Az alumínium és a réz jó hatásfokkal választható szét száraz örvényágyas módszerrel.
4. Egyes szemcsealakok lehetővé teszik, hogy a szemcsék körül fluidizálatlan szemcsehalmaz gyűljön össze, ami a szemcse súlyát megnöveli. Ezáltal a kérdéses szemcse nehéztérkébe kerül, vagy lebeg az örvényágy felületén (6. ábra).



6. ábra: Fluidizálatlan szemcsehalmaz hatása a speciális alakkal rendelkező szemcsékre örvényágyban (Jong, T.P.R. de, 1999)

5. Az alumínium 25%-os lesüllyedési valószínűsége a durvább frakcióban mindig ugyanazon szemcse lesüllyedéséből adódott (7. ábra). A szemcse alakja alapján ezt a 6. ábrán bemutatott jelenség okozza. Éppen ezért fontosnak tartjuk, hogy ezen eljárás választása esetén a szétválasztást megelőzően olyan alak formázási eljárás alkalmazása célszerű, amely a szemcsékben lévő üregeket megszünteti. A szétválasztás megfelelően megválasztott közegsűrűség esetén egyaránt



7. ábra: A 25%-os lesüllyedési valószínűségért felelős Al szemcsetípus



jól alkalmazható lapos vagy hosszúkas szemcsék esetén is.

A legtöbb esetben a felúszó szemcsék nem a közeg tetején, hanem szemcseméretüknek megfelelő mélységben a közeg felszíne alá „merülve” úsznak. Ezért ipari célú alkalmazáskor az örvényág mélységét ennek megfelelően kell megválasztani. A könnyű szemcsék esetén tulajdonsága alapján a berendezés szükséges felülete számítható.

### Köszönetnyilvánítás

A tanulmány/kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

### IRODALOMJEGYZÉK

- Bradley D.: The hydrocyclone. Pergamon Press, Oxford, 1965.
- Concha F., Almendra E. R.: Settling velocities of particulate systems, 2. settling velocities of suspensions of spherical particles. International Journal of Mineral Processing, 6 (1979) 31-41.
- Coulson J. M., Richardson J. F.: Chemical Engineering, Vol. 2. 4<sup>th</sup> edition. Pergamon press, Oxford, 1991.
- Jong T. P. R. de: Density separation of non-ferrous metals by means of jigging and fluidisation. Thesis Delft University of Technology, 4 October 1999, Delft.
- Jun Oshitani, Tetsuya Kawahito, Mikio Yoshida, Kuniaki Gotoh, George V. Franks Leonard: The influence of the density of a gas-solid fluidized bed on the dry dense medium separation of lump iron ore Minerals Engineering 24 (2011) 70-76.
- J. W. (ed.) et al.: Coal preparation. 4<sup>th</sup> ed. Chapter 14. The American Inst. of Mining, Metall. and Petr. Engrs. Inc., New York, 1979.
- Luo Zhenfu, Chen Qingru: Dry beneficiation technology of coal with an air dense-medium fluidized bed Int. J. Miner. Process. 63 - 2001. 167-175.

- Plitt L. R.: A mathematical model of the hydrocyclone classifier. CIM Bull., 69, 114, dec 1976.
- Richardson J. F., Zaki W. N.: Sedimentation and Fluidisation: Part I Trans.Inst.Chem.Engrs, Vol. 32, 1954.
- Richardson J. F. and Meikle R. A.: Sedimentation and fluidisation, part 3 Trans. Inst. Chem. Eng., 39, 348-356, 1961.
- Rietema K. and Verver C. G.: Cyclones in Industry. Elsevier Publishing Company, 1961.
- Oshitani J., Kiyoshima K., Tanaka Z.: 2003 a. Continuous dry material separation from automobile shredder residue. Kagaku Kogaku Ronbunshu 29 (1), 8-14.
- Oshitani J., Tani K., Kiyoshima K., Tanaka Z.: 2003 b. Separation of automobile shredder residue by gravity separation using a gas-solid fluidized bed. KONA 21, 185-194.
- SACPC Coal preparation course, Vol. I, Section 7. South African Coal Processing Society, March 1977.
- Scarlett B., van Drunen M. A., Mollinger A. M.: Deeltjestechologie. July 1991, Delft University of Technology, Delft. Johannesburg.
- Sekito T., Tanaka N., Matsuo T., 2003: Study on composition and particle characteristics of shredded municipal waste for the improvement of separation efficiency in a municipal bulky waste processing facility. Waste Management and Research 21 (4), 299-308.
- Stokes G. G: Mathematical and physical papers, Trans. Cambridge Phil. Soc. 9, part II, 51ff, 1851.
- Tanaka Z., Oshitani J., Nakaumra T., Syouji T., Horiuchi A. 2000: Development of technology for separating low grade coals from raw coals by fluidized bed of dry heavy medium. Kagaku Kogaku Ronbunshu 26 (3), 327-331.
- Wallis G. B.: A simplified one-dimensional representation of two-component vertical flow and its application to batch sedimentation. Symposium on the interaction between fluids and particles. London 20-22 june 1962.
- Wallis G. B.: One-dimensional two-phase flow. McGraw-Hill Book Company, New York. 1969.
- Wills B. A.: Mineral processing technology. Pergamon Press, 4<sup>th</sup> edition, 1988.

**DR. GOMBKÖTŐ IMRE** 2000-ben a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karán szerzett előkészítéstechnikai mérnök diplomát. Jelenleg a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet oktatója. Részt vesz a Műszaki Földtudományi és Környezettudományi Oktató, Kutató és Innovációs Központ működtetésében. Jelentős tapasztalatokkal rendelkezik az ásványi és másodnyersanyagok fizikai-mechanikai eljárásokkal történő feldolgozásában, a hulladékhasznosításhoz kapcsolódó technológiai műveletekben. Szerzője és társszerzője számos, a magyarországi hulladékhasznosítás, bányatömedékelés, paszta technológia és a reaktív gátak témakörét érintő publikációnak. Aktívan vesz részt különböző K+F tevékenységekben.

### Foszfátbánya Kanadában

Saskatchewan tartományban van az ún. Legacy foszfáttelep, amelynek a feltárásáról és a kitermeléséről döntöttek júniusban a német K+S Group-hoz tartozó K+S Potash Canada tulajdonosai. A telep készlete 1 Mrd tonna A beruházás 3,25 Mrd kanadai dollárba kerül. A termelés 2015-ben indul évi 2 Mt-val, amelyet később 4 Mt-ra fejlesztenek fel.

Az első lépések természetesen a bányanyitáshoz szükséges infrastruktúra – az utak, az energia- és vízellátás, a foszfát fogadása, a raktárak, műhelyek, lakóépületek stb. – kiépítése. Tim McMillan, Saskatchewan tartomány minisztere üdvözölte a beruházást, amellyel munkahelyeket teremtenek és biztosítják a régió fejlődését.

Engineering and Mining Journal 2012. július

Bogdán Kálmán

# Ultrafinom őrlemények előállítása keverőmalomban

RÁCZ ÁDÁM tudományos segédmunkatárs, MUCSI GÁBOR egyetemi docens,  
Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet, Miskolci Egyetem



*Jelen tanulmányban bemutatjuk az ultrafinom- és nanoőrlemények előállítására alkalmas ún. keverőmalmok felépítését, működési elvét, valamint az alkalmazásában rejlő lehetőségeket. Ezen túlmenően leírjuk egy száraz és egy nedves körülmények között elvégzett őrlési kísérlet eredményét.*

## Bevezetés

A finomörlés és ultrafinom őrlés ( $<1\ldots5\ \mu\text{m}$ ) iránt az elmúlt évtizedekben egyre növekvő igényt mutat az ipar, különösen a gyógyszeripar, élelmiszeripar, vegyipar, festékipar és a kerámiaipar.

Az ilyen nagy finomságú őrlemények előállításának egyik kiemelt problémája a viszonylag nagy fajlagos őrlési energiaszükséglet. A világ villamosenergia felhasználásának körülbelül 3-5%-a fordítódik aprításra és őrlésre. A finom- és ultrafinom őrlés fajlagos őrlési energiaigénye exponenciálisan nő az őrlési finomsággal. Mindezek szükségessé teszik az őrlési folyamatok fejlesztését finom-, ultrafinom és nanoőrlemények előállítására. A fejlesztések fő irányaként két részterületet jelölhetünk ki: (1) őrléstechnikai kutatások a berendezések fejlesztésére, működési paramétereinek optimalizálására; (2) az őrléskor az anyagban lejátszódó folyamatok megismerése, az anyagtulajdonságok és az őrlés eredménye közötti összefüggések feltárása.

## Keverőmalmok működése, fejlődése és típusai

Eredetileg golyósmalmok, rezgőmalmok voltak használatosak a finomörlésre és ultrafinom őrlésre. Azonban mivel ezeknek a malmoknak relatíve kicsi az energiasűrűségük, gazdaságtalanná vált az üzemeltetésük a nagy finomságú őrlemények előállításánál. A keverőmalom az előzőekhez hasonlóan a dobmalom csoportjába tartozik. A szemcsék aprózódását, törését az őrلtestek egymáshoz és a malom falához ütközése és dörzsölő hatása adja. Az őrلtesteket a hengeres malomtestben koncentrikusan vagy excentrikusan elhelyezett keverőszár hozza mozgásba.

A berendezés feltalálását 1928-ra teszik, amikor a finomörlés hatásfokának növelése érdekében, egy függőlegesen fixen rögzített őrلtestéglyű malmot hoztak létre, melyben a gömb őrلtestek mozgását egy lassan forgó agitáló rotor segítségével érték el [1].

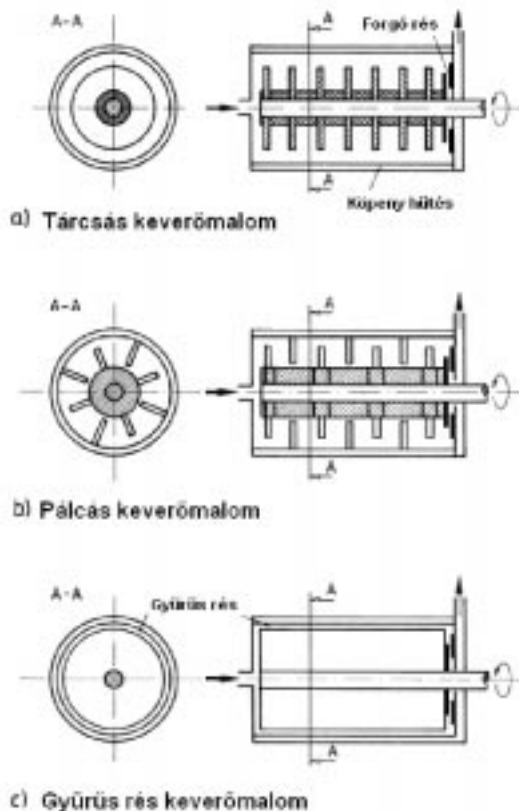
A berendezés hatékonyságát az egységnyi idő alatt bekövetkező nagyon nagy számú igénybevételi esemény és a megfelelő mértékű igénybevételi intenzitás adja.

A keverőmalmok energiafelhasználása nagyon finom szemcsék előállításakor kisebb, mint a golyós vagy rezgőmalmok esetén [1].

A kis sebességű keverőmalmokat attritoroknak is hívják, ezeknél a rotor kerületi sebességének maximuma körülbelül 6 m/s. A nagy sebességű keverőmalmok üzemeltetési sebessége 6-20 m/s, melyekben ezáltal a gravitációs gyorsulás 50-szerese érhető el [1].

A keverőmalmokat 60-85% őrلtest töltési fokkal üzemeltetik. Az őrلtestek átlagos mérete 200-1000  $\mu\text{m}$ , anyaguk üveg vagy kerámia.

Az őrلtest és keverő geometriája alapján három keverőmalom-típus különböztethető meg (1. ábra): Tárcsás keverőmalom (a), pálcás keverőmalom (b), gyűrűs rés keverőmalom (c). [1]



1. ábra: Folyamatos üzemű nedves keverőmalmok [1]

Kwade [1] ezt a csoportosítást folyamatos nedves üzemű berendezésekre tette, azonban ezek a kialakítások száraz szakaszos üzemű berendezésként is üzemeltethetők (forgó rész nélkül), tehát általánosítható a geometria szempontjából ez a csoportosítás.

A legegyszerűbb keverőmalom kialakítás a tárcsás keverő. Itt, az energiaátadás a keverő és az őrlőtestek között főként súrlódással történik. A tárcsákat el lehet látni lyukakkal, nyílásokkal és /vagy excentrikusan lehet felhelyezni a rotorra. Az így kialakuló helyváltoztató erők által plusz energiaátadás valósítható meg a keverő és az őrlőtestek között [1].

A tárcsa kialakításának figyelembe kell venni, hogy a legnagyobb igénybevételi erők a keverőtárcsák felületén, illetve a lyukakban alakulnak ki [2].

A pálcás keverőmalom feltalálása egy magyar származású, Amerikában dolgozó mérnök, dr. Szegvári András nevéhez fűződik. Az általa létrehozott malom kialakítást 1945-ben szabadalmaztatta. A kifejlesztett malom pálcái kiszorítván az anyagot, adják át az energiájukat az őrlőtesteknek. Főként, ha a falazaton és a keverőn is találhatók pálcák, akkor a pálcás keverőmalom energiasűrűsége nagyobb, mint a tárcsás keverőmalomé azonos rotor kerületi sebesség mellett [1].

A legnagyobb energiasűrűség az őrlőtérben a gyűrűs rés keverőmalommal érhető el. A gyűrűs rés mérete általában kicsi, 4-10 szerese az őrlőtest átmérőnek. Ha a malomfalazat és a rotor felülete sima, akkor az energiaátadás csak súrlódással történik. Ebben az esetben az energiasűrűség nagyon egyenletes és a benntartózkodási időelosztás is szűkebb, mint a tárcsás vagy pálcás keverőmalmok esetén. A gyűrűs rés malom kialakításánál is lehet pálcákat felhelyezni a rotorra, minek hatására a helyváltoztató erők is szerephez jutnak a súrlódási erők mellett. Ezzel a kialakítással még nagyobb energiasűrűség állítható elő [1].

## Kísérletek

A Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézete már több mint tíz éve elkezdte a keverőmalmi őrlés kutatását Csöke Barnabás professzor vezetésével. A kutatások fő irányait a keverőmalom száraz és nedves üzem módja közötti különbségek, a termékminőség és az őrlési paraméterek közötti összefüggések feltárása és az ultrafinom őrlés energiaszükségletének meghatározása jelenti. A kutatások eredményeként több hazai és nemzetközi tanulmány is megjelent [3, 4, 5, 6]. A laboratóriumi kísérletek elvégzéséhez az elmúlt időszakban az intézet több szakaszos üzemű keverőmalmot is fejlesztett. A berendezések közül kettő kerámia ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) bélással és keverőtárcsákkal ellátott, melyek nagy kopásállóságúak. A malmok rotorján 5, illetve 7 db keverőtárcsa van. Mindkét malom köpenyhűtésű, mindez a nagy súrlódás miatt bekövetkező gyors felmelegedést hivatott megakadályozni. A kisebb malom hasznos térfogata  $530 \text{ cm}^3$ , míg a nagyobbé  $4000 \text{ cm}^3$ . A malmok hajtómotorjának üzemeltetése frekvenciaváltón keresztül történik,

mellyel szabályozhatjuk a rotor fordulatszámát, kerületi sebességét. A malom motorjának teljesítményszükségletét egy Carlo Gavazzi 70 típusú energiaméter segítségével mérhetjük.

## Eredmények

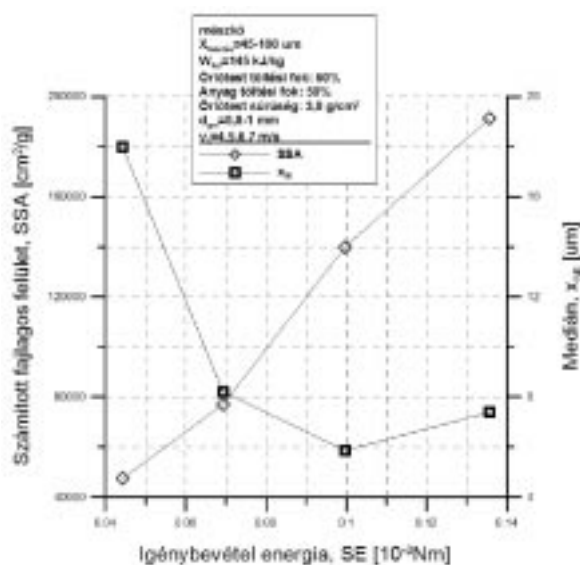
Kísérleti eredményeink közül három sorozat eredményét mutatjuk be jelen tanulmányban. A száraz őrlés esetén az igénybevételi energia és az őrlést segítő anyag, míg nedves őrlés esetén az igénybevételi energia hatását mutatjuk. Az igénybevételi energiát a rotor kerületi sebességén keresztül változtattuk 4 és 7 m/s között.

### Száraz őrlés

Mint arra már korábban is rámutattunk [3, 4] a száraz keverőmalmi őrlés egyik fő befolyásoló tényezője az adott őrlőtest átmérőhöz és sűrűséghez megfelelően megválasztott rotor kerületi sebesség, amely meghatározza az őrlés kimenetelét, energetikai hatékonyságát. Jelen esetben mindezt Kwade [1] malomra vonatkoztatott igénybevétel modelljének felhasználásával, az igénybevételi energia fajlagos felületre és mediánra gyakorolt hatásával mutatjuk be (2. ábra). Az igénybevétel energia a malom által kifejtett, az egyes igénybevételek során szemcsékre ható energia vagy más megfogalmazásban az igénybevételi energia az egy igénybevétel során egy vagy több szemcsének átadott energiaként definiálható [1].

$$SE \propto SE_{GM} = d_{GM}^3 \cdot \rho_{GM} \cdot v_t^2 \quad (1)$$

ahol:  $d_{GM}$  – őrlőtestek átmérője [m]  
 $\rho_{GM}$  – őrlőtestek sűrűsége [ $\text{kg/m}^3$ ]  
 $v_t$  – keverő kerületi sebessége [m/s].



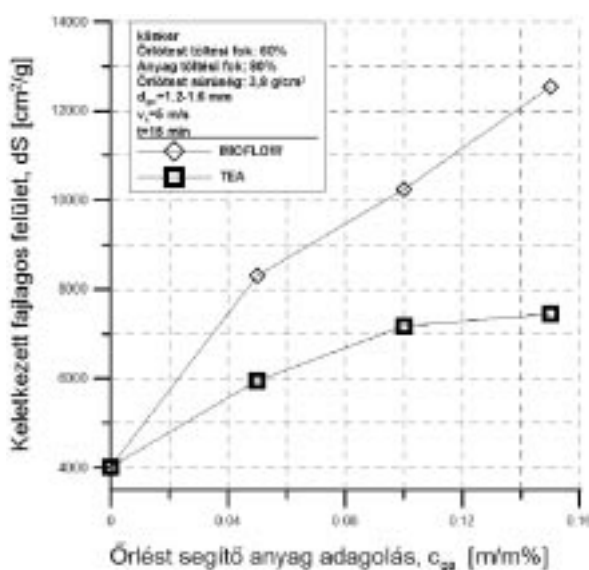
2. ábra: Az igénybevételi energia hatása a számított fajlagos felületre és a mediánra (száraz őrlés)



Ahogy a 2. ábrán látható, a mészkő száraz őrlésekor 145 kJ/kg fajlagos őrlési energia bevitelkor az igénybevétel energia vizsgált tartományban való növelésével az őrlemény számított fajlagos felülete folyamatosan nő. Vagyis finomabb őrlemények előállításához adott őrlőtest esetén minél nagyobb rotor kerületi sebességre van szükség. Mivel az őrléseket adott energiabevitelig végeztük, ezért valójában az őrlési energiaközlés módjának hatását láthatjuk.

Az ultrafinom és nanoőrlés során a nagyságrendekkel növekvő fajlagos felületen jelentős szabad felületi energia jelenik meg, ami a szemcsék egymással való aggregációjához, agglomerációjához vezet. Ehhez társul a szemcsék az őrlőtestekhez és a malomfalhoz tapadása, ami az őrlés hatékonyságának jelentős romlásához vezet. E folyamatok megakadályozása nedves őrléskor sikeresen megvalósítható, száraz őrlés esetében azonban a megoldás keresésének fázisában vagyunk. Az agglomeráció és betapadás megakadályozására, késleltetésére alapvetően két lehetőségünk van: őrlést segítő anyag és/vagy körfolyamatos őrlés alkalmazása. Az őrlést segítő anyagok hatása finomőrléskor jól ismert. A száraz ultrafinom és nanoőrléskor a segédanyagok alkalmazásának fontossága a növekvő szabad felületi energiák miatt hatványozottan jelentkezik. Az őrlést segítő anyag megfelelő megválasztásán túl fontos az adagolás optimalizálása. A 3. ábrán klinker őrlése esetén mutatjuk be két őrlést segítő anyag hatását a keletkezett fajlagos felületre az adagolás függvényében.

Az őrlést segítő anyagot csepegtetéssel adagoltuk az őrlendő anyaghoz. A trietanol-amint (TEA) 14 v/v%-os vizes oldat formájában, míg az IMOFLOW segédanyagot eredeti állapotában adagoltuk. Az őrlési paraméterek a következők voltak: rotor kerületi sebesség 5 m/s, őrlőtest töltési fok 60%, anyag töltési fok 80%, az őrlőtest szemcsemérete 1,2-1,6 mm; az őrlési idő minden kísérletnél 15 perc volt.

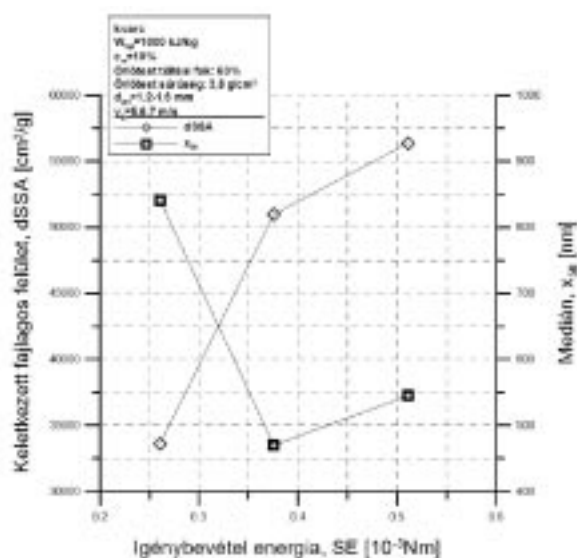


3. ábra: Az őrlést segítő anyag adagolásának hatása a fajlagos felületre (száraz őrlés)

## Nedves őrlés

A 4. ábrán az igénybevétel energia számított fajlagos felületre és mediánra gyakorolt hatását láthatjuk nedves őrlés esetén. Az igénybevétel energia növelésével 1000 kJ/kg befektetett fajlagos őrlési energia esetén a keletkezett fajlagos felület a vizsgált tartományban folyamatosan nő. A medián értékének vizsgálata esetén azonban már egy minimum érték mutatkozik. Mindez azt mutatja, hogy a kerületi sebesség növelésével a nano mérettartományú szemcsék hányada az őrleményben folyamatosan nőtt, aminek hatására a keletkezett fajlagos felület is növekvő tendenciát mutat, annak ellenére, hogy a medián értéke adott ponton minimummal rendelkezik.

Mint a 4. ábrán látható viszonylag kis, 1000 kJ/kg fajlagos őrlési energia befektetésével kvarc esetén képesek voltunk az 500 nm alatti medián érték elérésére, mely jól mutatja a keverőmalmi nedves őrlés hatékonyságát. Más őrlési kísérletek alkalmával képesek voltunk kvarc esetén a 178 nm-es, míg mészkőre 78 nm-es mediánérték elérésére [5].



4. ábra: Az igénybevételi energia hatása a számított fajlagos felületre és a mediánra (nedves őrlés)

Ha összevetjük a 2. és 4. ábrán bemutatott száraz és nedves körülmények között kapott eredményeket, megállapíthatjuk, hogy a vizsgált paramétereket követve hasonló jellegű folyamat zajlik le mindkét esetben. Nevezetesen az igénybevételi energia (SE) növelésével a medián szemcseméret egy bizonyos pontig csökken, majd növekedni kezd. Ezzel szemben a fajlagos felület folyamatosan növekszik a vizsgált tartományban. Mindez többek között arra világít rá, hogy a végeredmény minőségi ellenőrzésekor nem elegendő egyik vagy másik finomsági mutatót ( $S$  vagy  $x_{50}$ ) vizsgálni, hanem azok együttes figyelembevétele ajánlott. Elsősorban ez abból adódik, hogy egy jellemző szemcseméret ( $x_{50}$ ,  $x_{80}$  vagy  $x_{max}$ ) nem reprezentálja a teljes szemcseméret tartományt, ezért ha csak ezen paramétereket vesszük figyelembe, előfordulhat az anyag túlőrlése, amely jelentősen több energiát igényel.

## Összefoglalás

A keverőmalomban történő őrléssel lehetőségünk nyílik ultrafinom ( $x_{90} < 5\mu\text{m}$ ) és nano ( $x_{90} < 500\text{ nm}$ ) mérettartományú őrlemények előállítására. Az utóbbi évtizedekben a malomkialakítás fejlődésével és a nagy sűrűségű kerámia őrlőtestek megjelenésével az eljárás hatékonysága nőtt, a fajlagos energiaszükséglet jelentősen csökkent. Ezen eredmények hatására manapság az iparban is egyre szélesebb körben alkalmazzák a keverőmalomokat.

Mind a saját mind pedig a nemzetközi eredmények alapján láthatjuk, hogy a keverőmalomok hatékony őrlőberendezések, amelyekkel nagy hozzáadott értékű végtermékek állíthatók elő a vegyipar, kerámiaipar, festékipar, gyógyszeripar és az építőanyag-ipar számára egyaránt. Mindezek figyelembevételével érdemes lenne a benne rejlő lehetőségeket kiaknázni és a megszokott több száz tonnás kapacitások mellett az ultrafinom és nano szemcseméretű őrlemények előállítására is összpontosítani. Mindemellett fontos megjegyezni, hogy a keverőmalmi őrlés körülményeinek eljárástechnikai optimalizálása, azok helyes megválasztása nagy jelentőségű a hatékony termelés szempontjából.

**RÁCZ ÁDÁM** előkészítéstechnika mérnök diplomáját 2008-ban szerezte a Miskolci Egyetemen. A PhD képzését 2011-ben fejezte be, ugyanezen évben teljesítette a doktori abszolutórium feltételeit, jelenleg doktorjelölt. Kutatási témája a keverőmalmi száraz szubmikronos őrlés. Jelenleg 11 publikációval rendelkezik javarészt idegen nyelven.

**DR. MUCSI GÁBOR** a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézetének docense. Előkészítéstechnika mérnöki diplomáját 2002-ben, PhD-fokozatát 2009-ben szerezte a Miskolci Egyetemen. Fő oktatási és kutatási területe a mechanikai eljárástechnikai műveletek, szűkebben az aprítás (finomőrlés) témaköre, az elsődleges és másodlagos nyersanyagok előkészítése, ill. az ipari hulladékok hasznosítása. Jelenleg közel 60 publikációval rendelkezik javarészt idegen nyelven.

## IRODALOM

- [1] *A. Kwade*: Wet comminution in stirred media mills – research and its practical application, Powder Technology, Volume 105, Issues 1-3, 14-20. (1999)
- [2] *T. Piechatzek, A. Kwade*: Numerical investigation of stirred media mills based on Discrete Element Method (DEM), Grinding and Dispersing with Stirred Media Mills, Research and Application 5. Colloquium, Braunschweig, (2007)
- [3] *Rácz Á.*: A szubmikronos száraz keverőmalmi őrlés lehetőségei és problémái, 1. rész. Építőanyag, 61. évf. 2. szám, 34-38. p. (2010)
- [4] *Rácz Á.*: A szubmikronos száraz keverőmalmi őrlés lehetőségei és problémái, 2. rész. Építőanyag, 63. évf. 3-4. szám, 68-71. p. (2011)
- [5] *Mucsi G., Molnár Z., Csöke B.*: Preliminary experiments of nano-particle production in stirred media mill. MicroCAD 2011 International Scientific Conference, Miskolc (2011. március)
- [6] *Csőke B., Rácz Á., Mucsi G.*: Grinding and flowing investigation on dry stirred ball milling in order to determine the influence of grinding aids, International Mineral Processing Congress, Brisbane (2010)

## Fúrás-robbantástechnika 2012

Immár a tizenkettedik nemzetközi robbantástechnikai konferenciáját rendezte meg a Magyar Robbantástechnikai Egyesület (és jogelődje, az OMBKE Robbantástechnikai Szakbizottsága). Ez a konferencia már négy éve kilépett a Miskolci Egyetem falai közül. Előbb Vácott (a DUNA-DRÁVA Cement Kft. szponzorálásával), majd két éve és most szeptember 19. és 21. között Balatonkenesén, az ottani Honvéd Üdülőben tartottuk rendezvényünket.

A szép környezet mellett a 120 résztvevőt az időjárás is a kegyeibe fogadta. Ugyan a Balaton alacsony vízállása miatt el kellett mondanunk a betervezett sétahajózásról, de az azt pótló „kulturprogram”, a pálinka-felismerő verseny is emlékezetes marad minden résztvevő számára. Szakmai kirándulást Balatonfűzfőre, a TÜV Rheinland InterCert Kft. új robbantóanyag-vizsgáló állomására tettünk, ahol nem csak szakszerű tájékoztatásban, hanem kiváló vendéglátásban is részesültünk.

Az előző konferenciákhoz képest áttörést jelentett a kínai delegáció megjelenése, ami szakmánk jó hírének terjedését bizonyítja.

A 26 előadás felét külföldiek tartották. Előadásai közül ki kell emelni a külfejtési robbantások tényleges előtétének meghatározására alkalmas műszer bemutatását, a robbantások keltette szeizmikus hatás újabb módszerrel való értékelését, s a lakott települések és a katonai támaszpontok védelmének jobb megszervezésére irányuló törekvéseket.

A hazai előadók közül kiemeljük *dr. Földesi Jánost*, egy megvédendő épület közelében kialakított pince robbantásának, *Tóth Ferencet* a magyarországi jégrobbantások tapasztalatainak, *dr. Bohus Gézát* a robbantásos építménybonítás engedélyezési nehézségeinek, *Szalay András* a robbantásos fémalakítás során elért újabb eredményeknek az ismertetéséért, *dr. Lukács Lászlót*, *dr. Kovács Zoltánt* és *Daruka Norbertet* pedig a bűnös célú robbantások elleni védekezés lehetőségeit tartalmazó anyagukért.

A konferencia végén került sor az idei *Weindl Gáspár-díj* kitüntetésűnek, *dr. Kis Miklós* fizikusnak a robbantások szeizmikus hatásával kapcsolatos, sok gondolatot ébresztő tartalmas előadására.

*Weindl Gáspár-díjban* részesült még *Lőrincz Árpád PhD* is, akitől a Szlovák Robbantástechnikai Egyesület (SSTVP) vezetőségének tagjaként a legtöbb segítséget kapjuk a szlovákiai szakmai rendezvényeken.

A konferencia kamara-kiállítással, állófogadással és sok-sok hasznos beszélgetéssel, tárgyalással egészült ki. A gördülékenyen lebonyolított rendezvényért köszönet illeti a szervezőket, név szerint *Nemes Józsefet*, *dr. Kovács Zoltánt* és *dr. Lukács Lászlót*, valamint a TÜV Rheinland InterCert Kft. Piro- és Robbantástechnikai Osztályának dolgozóit.

A konferencia kiadványát szerkesztette és e rövid tájékoztatót lejegyezte

*Dr. Bohus Géza*

# Szélosztályozók optimalizálása – egy kutatási munka első lépései

KALICZNÉ PAPP KRISZTINA okl. környezeti eljárás technikai és hulladék előkészítési mérnök, PhD hallgató,  
DR. GOMBKÖTŐ IMRE előkészítéstechnikai mérnök, docens  
Miskolci Egyetem Nyersanyag előkészítési és Környezeti Eljárás technikai Intézet



*A jelen cikkben megtalálhatjuk a finomsztályozó berendezések (szélosztályozók) működési elvének szakirodalmi áttekintését, technológiai fejlesztéseinek lehetőségeit, a hazai és nemzetközi kutatási eredmények rövid összefoglalását.*

## Bevezetés

A Miskolci Egyetem Nyersanyag előkészítési és Környezeti Eljárás technikai Intézetében doktori képzés keretén belül kutatómunka vette kezdetét az őrlő-finomsztályozó berendezések működésének vizsgálatával, optimalizálásával kapcsolatban, melynek célja a termékminőség javítása és az energiahatékonyság fokozása.

A téma aktualitását az adja, hogy napjainkban az ipar – legyen szó akár építő-, vegyi-, vagy gyógyszeriparról, akár élelmiszeriparról – termékei előállításához egyre finomabb szemcseméretű anyagokat igényel. Ez jó hatásfokú őrlési-osztályozási technológiát követel meg, mely egyúttal figyelembe veszi a technológia energiahatékonyságát is.

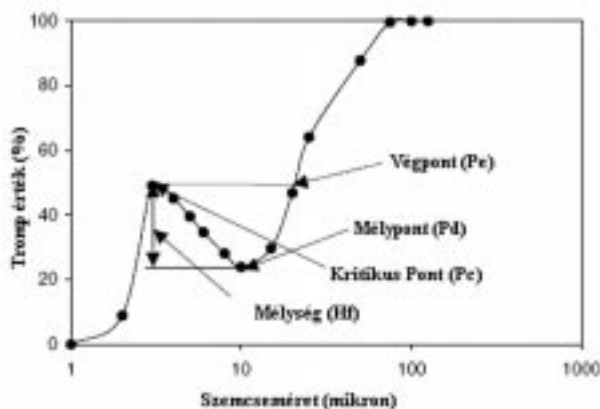
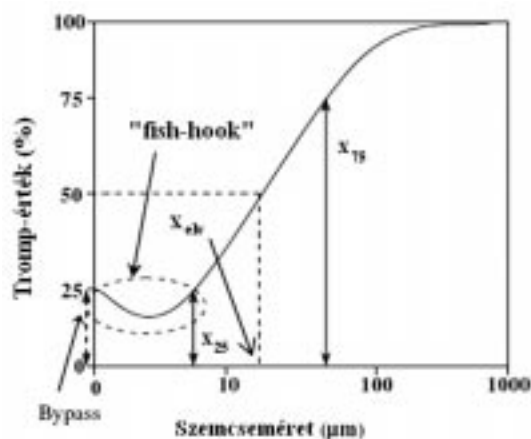
Ezen túlmenően egyre inkább elterjedőben vannak az építési vagy egyéb hulladékok feldolgozásához az értékes alkotók (pl. nem mágneses fémek) kinyeréséhez, dúsításához kapcsolódó, szélosztályozást alkalmazó eljárások, melyek esetén a technológia hatékonyságához szintén gazdasági érdekek fűződnek [1, 2].

Az üzemi gyakorlatban a száraz őrlőgépek termékeinek osztályozására, különösen a finom ( $<10-20\ \mu\text{m}$ ) mérettartományban történő elválasztás esetén az őrlőberendezéssel gyakran egybeépített, és körfolyamatban járatott szélosztályozókat alkalmaznak.

Adott üzemi paraméter mellett a szétválasztási függvény írja le a feladásból kapott két termék várható minőségét, adja meg az elválasztás élességét. Ezek ismeretében az anyag túlőrlése – mely jelentős energiafogyasztással jár –, ill. a finomra őrlött anyag agglomerálódása – mely hibás, kisebb hatékonyságú osztályozást eredményez – kiküszöbölhető. Így kevesebb finomtermék kerül vissza a durva termékkel a malomba; javul az őrlőberendezés kapacitása, a technológia energiahatékonysága, az üzem gazdaságossága, valamint a keletkező termék minősége és kihozatala [3, 4, 5, 6, 7].

Nemzetközi szakirodalom [8, 9] támasztja alá a finomszemcsés anyagok osztályozására használt hidrociklonok, ill. szélosztályozó berendezések Tromp-görbéinél tapasztalható „anomália”, az ún. „horog” („fish hook”)-effektus jelenlétét, mely a Tromp-görbék kis

szemcseméret tartományban jelentkező, jellegzetes kampó alakú lefutása (1. a és b ábra).



1. a és b. ábra: A „horog”-effektus és részei [8, 9]

Ezt a jelenséget tapasztalták Mucsi és társai egy üzemi kísérlet során a Holcim Hungária Zrt. hejőcsabai gyárában is, ahol a golyós malommal zárt körfolyamatban épített SEPOL-típusú szélosztályozó berendezés Tromp-görbéit határozták meg különböző minőségű cement-kiegészítő és kötőanyagok feladása mellett [7]. Wang és társai [8] szerint a „horog”-effektus egyik fő oka feltételezhetően a finom szemcsék agglomerálódása.



A kutatás kapcsán a feladat elsőként a hazai és nemzetközi szakirodalom tanulmányozása volt, a tekintetben, hogy milyen technológiai fejlesztésekkel érhető el a növekvő elvárásoknak megfelelő, minél tökéletesebb szétválasztás. A cikk harmadik fejezetében szakirodalmi források alapján, rövid kronológiai áttekintésben ismertetjük az utóbbi évek hazai és nemzetközi kutatási eredményeit a finomszemcsés anyagok száraz szétválasztása területén.

A szakirodalmi források ismeretében és a kutatási munkatervben leírt elvégzendő és elvégzett vizsgálatok kapcsán reális az esélye pozitív eredmény elérésének a szélosztályozó berendezések működésének optimalizálásában.

### A finomosztályozás elmélete

A finomszemcsés anyagok közvetett, légáram segítségével történő osztályozásának berendezései a szélosztályozók. A szétválasztás elve azon alapszik, hogy a durvább szemcsék nagyobb tehetetlenségükönél fogva kevésbé képesek követni a légáram irányváltozásait, mint a finom szemek, vagy azonos irányváltozásokkor nagyobb centrifugális erő hat rájuk, ezért a berendezés falához csapódva kihullnak [4].

A szélosztályozók légáramlás szempontjából ellenáramú, vagy keresztáramú berendezések, melyek működési elvük szerint lehetnek *gravitációs* vagy *centrifugális* erőterű osztályozók. A szemcsékre ható erőterben a szemek – méretüktől és sűrűségüktől függő – süllyedési végsebességük alapján válnak szét [3, 4, 10, 11].

#### A szemcsére ható erők gravitációs erőterben (gömb szemcsére vonatkoztatva)

$$\text{Tömegelő (F}_g\text{): } F_g = m \cdot g = V_s \rho_s g = \rho_s g \frac{x_s^3 \pi}{6} \quad (1)$$

$$\text{Felhajtó erő (F}_f\text{): } F_f = V_s \rho_k g \quad (2)$$

$$\text{Ellenállási erő (F}_e\text{): } F_e = C_E A \frac{\rho_k v^2}{2} \quad (3)$$

ahol  $\rho_k$  sűrűségű közegben  $x_s$  átmérőjű,  $V_s$  térfogatú, és  $\rho_s$  sűrűségű szemcse mozog  $v$  sebességgel áramló közeggel szemben. A  $C_E$  közegellenállási tényező, mely a Reynolds-szám ( $Re_x$ ) függvénye, arányos a szemcse áramlással szembeni keresztmetszetével. A szemcse elmozdulási iránya a rá ható erők eredőjének függvénye.

Ezeknek az erőknek az egyensúlyából határozható meg a szemcse általános  $v_0$  süllyedési végsebessége egyedi (4) és hátráltatott (tényleges) ülepedés (5) esetén.

$$v_0 = \sqrt{\frac{4gx(\rho_s - \rho_k)}{3C_E \rho_k}} \quad (4)$$

$$\text{(Richardson-Zaki)} \quad v_{0H} = v_0 (1 - c_t)^2 \quad (5)$$

ahol  $v_0$  és  $v_{0H}$  – egyedi ill. hátráltatott szemcse süllyedési végsebessége,  
 $x$  – a szemcseátmérő,

$c_v$  – a szilárd anyag térfogati koncentrációja,  
 $z$  – Reynolds-számtól ( $Re_x$ ) függő konstans.

#### A szemcsére ható erők centrifugális erőterben

A szélosztályozó berendezések számos típusában (pl. ciklonok, osztályozó kerek, forgólapátos, szórótányéros szélosztályozók stb.) a szemcsék mozgását és osztályozását a centrifugális erőterben ható erők határozzák meg (6) (7).

Centrifugális erő:

$$F_c = V_s (\rho_s - \rho_k) R \omega^2 = V_s (\rho_s - \rho_k) \frac{v_t^2}{R} \quad (6)$$

$$\text{Közegellenállási erő: } F_k = C_E A \frac{\rho_k v_{t0}^2}{2} \quad (7)$$

ahol  $V_s$  térfogatú,  $\rho_s$  sűrűségű szemcse, a centrumtól  $R$  távolságban  $v_t^2/R$  centripetális gyorsulással halad  $\rho_k$  sűrűségű közegben.

$\omega$  – az elfordulás szögsebessége,

$C_E$  – ellenállási tényező, a Reynolds-szám ( $Re_x$ ) függvénye,

$A$  – a szemcse áramlással szembeni keresztmetszete,

$v_t$  és  $v_{t0}$  – a tangenciális és radiális sebesség.

Ezeknek az erőknek az egyensúlyából az osztályozás szempontjából lényeges centrifugális erőterben érvényes süllyedési végsebesség:

$$v_{t0} = \sqrt{\frac{4x(\rho_s - \rho_k) v_t^2}{3C_E \rho_k R}} \quad (8)$$

Az osztályozási feladatok eljárástechnikai célja a minél tökéletesebb szétválasztás, azaz, hogy valamennyi  $x < x_{clv}$  jellemzővel rendelkező szemcsét az egyik (finom) termékben, valamennyi  $x \geq x_{clv}$  jellemzőjű szemcsét a másik (durva) termékben válasszuk le ( $x_{clv}$  az elválasztási szemcseméret, mely szélosztályozóknál a légsebességgel, ill. a forgó alkatrész, azaz a rotor fordulatszámával szabályozható). A szélosztályozó berendezések szétválasztási függvényét a feladott anyag minősége mindig befolyásolja és módosítja [4].

A valóságban nincs tökéletes szétválasztás, mindig lesznek az egyes termékekben hibás szemek. Ha a feladásban, a *durva* termékben, ill. a *finom* termékben a durva frakció százalékos arányát  $D_0$ ,  $D_b$ ,  $D_f$ -el, valamint a *finom* frakció százalékos arányát  $F_0$ ,  $F_d$  ill.  $F_f$ -el jelöljük, akkor a szétválasztott termék tisztaságát, ill. „szennyezettségét” a (9) ill. (10) egyenletek jellemzik;

$$\gamma_d = \frac{m_d D_d}{m_0 D_0} \quad (9)$$

$$\gamma_f = \frac{m_f D_f}{m_0 D_0} \quad (10)$$

ahol  $m_0$ ,  $m_b$ ,  $m_f$  a feladás, a durva és a finom termék tömege és  $m_0 = m_d + m_f$  [11].

Az egyes osztályozó berendezések szétválasztási függvényeikkel, az ún. *Tromp-függvényekkel* jól jellemezhetők. A függvények meredeksége az elválasztás élességét, a  $T = 0,5$ -höz tartozó  $x$  érték az elválasztási szemcseméretet mutatja. A szétválasztás megfelelőségét jellemzik a hagyományos, Pethő- és Tarján-féle mérőszámok [12].

Mivel folyamatos technológia esetén a közvetlen termékvizsgálat nehezen megoldható, a szétválasztás hatásfoka az alábbi hozzávetőleges egyenletekkel számítható:

$$\eta_d = D_d(D_0 - D_f) / [D_0(D_d - D_f)] \quad (11)$$

$$\eta_f = F_f(F_0 - F_c) / [F_0(F_f - F_c)] \quad (12)$$

melyek számtani átlaga megadja a teljes szétválasztási hatásfokot:

$$\eta_{\text{atl}} = 0,5(\eta_d + \eta_f) \quad (13)$$

### Szélosztályozás a gyakorlatban

A szélosztályozók két fő alkalmazási területe a portalanítás és a körfolyamatban őrlött anyag osztályozása. A szétválasztás közege különböző hőmérsékletű levegő, vagy füstgáz lehet [5, 6].

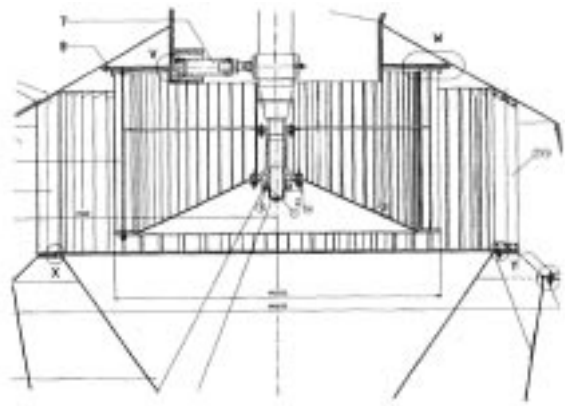


2. ábra: Pfeiffer MPS görgősmalom (www.gpse.de)

Az üzemi gyakorlatban a szélosztályozók a légáramkihordású őrlőberendezések szerves részét képezik, különösen a középsebesű malmokkal gyakran egybeépítettek (2. és 3. ábrák), míg golyósmalmokhoz rövid csővezetékekkel csatlakoznak. A berendezések lehetnek mozgó alkatrész nélküli, vagy mozgó alkatrészrel ellátott berendezések. A mozgó alkatrészrel ellátott szélosztályozók leggya-

koribb típusa szórótányéros, ill. a forgókerekesszélosztályozó.

Az őrlőberendezésből a már felőrölt anyagot a ventilátorral mozgásban tartott, körfolyamatban járatott – az agglomerációt megakadályozandó, fúvókákon keresztül a malomtérbe juttatott – levegő szállítja a szélosztályozóra, mely a terméket durva és finom részre osztályozza. A légáram által felkapott durva szemcsék még a szélosztályozó elérése előtt visszahullnak az őrlőtérbe. A durva részt általában elevátorral vezetik vissza, és adják fel a friss anyaggal együtt a malomra. A finom



3. ábra: Kétlamellás osztályozó vázlata (www.gpse.de)

terméket, mely a légárammal együtt távozik az osztályozóból, porleválasztóban választják le.

A kutatómunka során lehetőség nyílt a fent említett őrlő-osztályozó folyamat közelebbről történő tanulmányozására egy magyarországi mészkőfeldolgozó üzemben, ahol a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézete átfogó vizsgálatokat végzett energia-optimalizálási módszerek kidolgozása céljából.

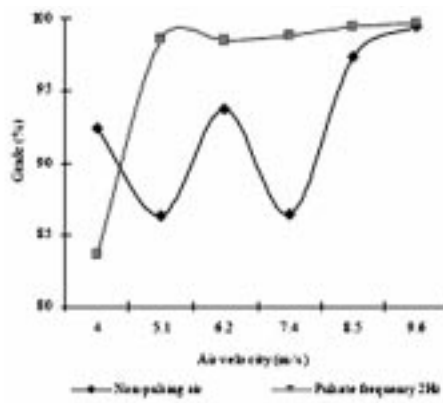
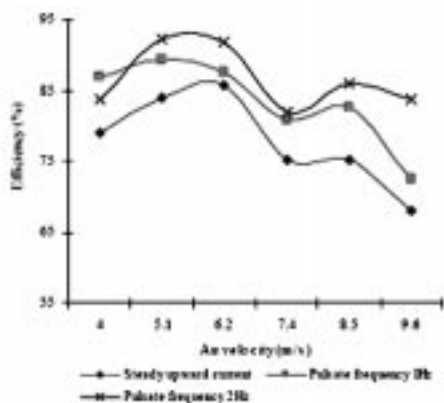
### Nemzetközi kutatások a szélosztályozás területén, az elválasztás élességére, termékminőség és energiahatékonyság javítására irányuló kutatási eredmények

A világon számos kutató, valamint a vezető gyártó cégek (Polisius, Hosokawa, Gebr. Pfeiffer AG stb.) is foglalkoznak a szélosztályozó, ill. őrlő-osztályozó berendezések tökéletesítésével.

A kutatások e területen kettős célt szolgálnak, egyrészt a kihozatali termék minőségének javítására irányulnak (mely a szemcseméret, ill. az elválasztás élességének függvénye), másrészt a termékkihozatal javításával az őrlési folyamat fajlagos energiaköltségeinek csökkentésére, mivel az őrlőberendezésben a nagy mennyiségű – feleslegesen – visszajáratott termék helyett a feladott friss anyag részaránya nagyobb lesz.

Wang és kollégái [8] centrifugális ellenáramú osztályozóval végeztek szétválasztási kísérleteket és modellezték az elválasztás élességét a működési paraméterek – légterelő lapátok hajlásszöge, rotorsebesség – függvényében. A kutatás eredményeiből kiindulva Yang és társai [13] turbó légosztályozóban vizsgálták a légáramlás karakterisztikáit és a rotor forgása közötti összefüggéseket.

1993 és 1996 között számos kutatás fűződik Sandvik és Kolacz nevéhez, akik főként a golyósmalmi száraz őrlési-osztályozási körfolyamatokat vizsgálták a szélosztályozás, energiahatékonyság, őrlésfinomság szempontjából. Ultrafinom tartományban őrlési kísérleteket végeztek légáram kihordású golyósmalommal (összehasonlítva a rostélykihordással), vizsgálva a malomtestben történő előosztályozást, valamint az energiafelhasználást az őrlési finomság függvényében [14].



4. ábra: Az elektronikus hulladék (PCB) szétválasztási hatásfoka (a) és a dústított fém eloszlásgörbéi (b) a légsebesség függvényében, különböző pulzációs frekvenciák esetén [2]

2004-ben Nied két különböző felépítésű rotoron tanulmányozta [15] a forgólapátos osztályozás minőségét a szétválasztás élességének szempontjából.

2006-ban Chen és társa [16] benyújtotta szabadalmát a kétszintes dinamikus osztályozóra, mely egy alsó (kondicionáló) és egy felső (turbínás) osztályozó részből áll. A levegő átáramlik a belépő feladott anyagon és azt a kondicionáló osztályozóra szállítja, mely a berendezés falának dobja a szemeket. Innen a légáram a finomabb szemcséket a turbínás osztályozórészbe szállítja, ahol újabb osztályozás történik.

2007-ben Reichardt számolt be a nagyteljesítményű Pfeiffer AG MPS 5600 BC-típusú görgősmalom-szél-osztályozó rendszer kínai üzemi kísérleteiről, ahol granulált kohósalak 5000 cm<sup>2</sup>/g Blaine finomságra való finomórlását tesztelték [17].

Napjainkban is számos tanulmány születik a finomórlás – és ezzel szoros kapcsolatban a szélosztályozás hatásfokának javítási lehetőségeiről. Aydogan és Benzer [18] összehasonlító elemzéseket végzett négy különböző, cementiparban használt zárt őrlő-osztályozó körfolyamat (HPGR, VRM, Horomill és golyós malom) működésével kapcsolatban. Megállapították, hogy a nagynyomású őrlési technológia a hagyományos golyósmalmi őrléshez képest alacsonyabb energia-felhasználással jár.

2011-ben He és kollégái számoltak be kis szemcseméretre aprított elektronikus hulladékból (PCB) történő, nem mágneses fém szélosztályozóval történő elválasztását célzó kísérleteikről. Az iparban korábban alkalmazott, nedves eljárásokkal ellentétben vizsgálataikhoz passzív és aktív száraz pulzációs szélosztályozó berendezéseket használtak és hasonlítottak össze (4. ábra).

Megállapították, hogy aktív pulzációs légáramkészülékkel a szétválasztás hatékonyabb, mint passzív pulzációs áramkészülékkel. A szétválasztás szempontjából jelentős,  $x = 2-0,5$  mm-es frakcióban az aprított PCB-hulladék szétválasztási hatásfoka 92,41%, a kinyert fém koncentrációja 98% feletti. Kutatásaiknak mind gazdasági, mind környezetvédelmi előnyei jelentősek [2].

Szintén 2011-ben Toneva és társai zárt kalapácsos malom-szélosztályozó rendszerben vizsgálták a keve-

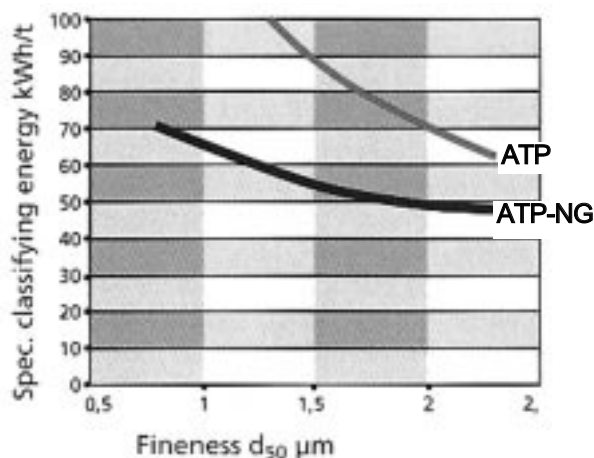
rékáramlást, ill. a szemcsék mozgási sebességét PIV (Particle Image Velocity) számítógépes modellezéssel négy különböző szemcseméret eloszlású anyag esetén. Kísérleteik szerint az osztályozási zónában a legnagyobb részecske koncentráció az osztályozókeréken belül, közvetlenül a lapátózásnál tapasztalható, ahonnan a szemcsék nagy része a légárammal eltávozik, de a kialakult áramlás az egyes szemcsék hosszabb bent tartózkodásához vezet [19, 20].

### Fejlesztések a szélosztályozók terén – gyakorlati példák

A folyamatos fejlesztések eredményeként a Hosokawa Alpine szélosztályozók új generációja (Turboplex ATP-NG) ultrafinom szemcsetartományban ( $x_{50}=0,3-0,5 \mu\text{m}$ ) képes leválasztani a finom terméket, amellett, hogy a klasszikus Turboplex berendezéshez képest 30-50%-kal kevesebb energiát fogyaszt. Más változatok szerkezeti kialakításuk révén, a kisebb nyomásesés következtében még kevesebb energiát fogyasztanak, mint az ATP-típus [21]. Az 5. ábra az új generációs ATP-NG és „hagyományos” ATP energiafelhasználásának összehasonlítását mutatja.

A Gebr. Pfeiffer AG, mely az építőanyag-iparban használt görgősmalmok egyik vezető gyártó cége, a népszerű MPS görgősmalmokkal egybeépített SLS-típusú, harmadik generációs szélosztályozóit a különböző anyagminőségekhez igazodva számítógépes modellezéssel keresztül alakította ki a legjobb szétválasztás érdekében [22].

A cég munkássága a szakmai élet terén is jelentős. 2010-ben negyedik alkalommal rendezte meg PFEIF-



5. ábra: Hosokawa Alpine ATP és ATP-NG szélosztályozók energiaszükségletének összehasonlítása  $x_{50}$  szemcseméret függvényében [21]



FER Convention néven nemzetközi tudományos szakmai konferenciáját [23]. A cég ezen mutatta be legújabb fejlesztésű, nagyteljesítményű MVR vertikális görgős malmát. A berendezést elsősorban cement és szén őrlésére ajánlják. Lényeges különbség a korábbi MPS malomhoz képest, hogy 3 helyett 6 görgő végzi az őrlést, tovább fokozva az őrlés finomságát [24, 25].

Napjainkban, amikor egyre nagyobb teret hódít a nanotechnológia, a nanoméretű termékek – így a nano-őrlemények előállítása is [18, 26, 27] – egyre nagyobb szükség mutatkozik a finom és ultrafinom termékek ( $<10\text{-}20\text{ }\mu\text{m}$ ) minél élesebb szétválasztására. Az egyre kisebb szemcseméretű anyagok egyre nagyobb energia-befektetéssel választhatók el egymástól, így világszerte folyamatos kutatások folynak az egyre tökéletesebb technológia megtalálása érdekében.

### Összegzés

A Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézetében végzett kutatómunka első lépéseként az őrlő-osztályozó berendezések, ezen belül is főként a szélosztályozó berendezések rendelkezésre álló hazai és nemzetközi szakirodalmát tanulmányoztuk. A doktori képzés keretében összeállított kutatási munkaterv alapja az ipari gyakorlatban tapasztalt problémák kiküszöbölésére, mérséklésére irányuló kutató-fejlesztő munka, melynek kivitelezéséhez alapvető fontosságú az iparban alkalmazott berendezések, ill. azok működési elvének ismerete, összefoglalása.

A kutatás első szakaszában fontos feladat a szétválasztás paramétereinek és körülményeinek beható tanulmányozása, úgymint pl. a levegő áramlási sebességének, ill. a szélosztályozó osztályozó kerekének forgási sebessége, lapátjai hajlási szögének, alakjának hatása az elválasztás élességére.

A kutatás második fázisa a szétválasztási folyamatok modellezése laboratóriumi finomosztályozó berendezésekkel (Gayco M-92 ill. NETZSCH CFS 5 HD-S típusú légosztályozók) a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézetben, ill. a kapott eredmények alapján félüzemi, üzemi körülmények között egy hazai őrlőüzemben. Továbbá meghatározandó a szétválasztási folyamat matematikai leírása, valamint a szétválasztási függvények különböző üzemi paraméterek és anyagjellemzők mellett.

A fent említett szakirodalmi eredmények felhasználása és az optimalizálási kísérletek végrehajtása alapján reális az esély pozitív eredmény elérésére ezen a kutatási területen.

### Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

### IRODALOM

- [1] *Eswaraiah C., Kavitha T., Vidyasagar S., Narayanan S. S.* (2008): Classification of metals and plastics from printed circuit boards (PCB) using air classifier (Chemical Engineering and Processing 47 (2008) 565-576.)
- [2] *He Y., Duan C., Wang H., Zhao Y., Tao D.* (2011): Separation of metal laden waste using pulsating air dry material separator (Int. J. Environ. Sci. Tech., 8 (1), 73-82., Winter 2011 ISSN: 1735-1472)
- [3] *Böhm J.*: Nyersanyagaggdalkodás és -előkészítés – Előkészítési eljárások, szenek kéntelenítése (Kézirat – Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Előkészítéstechnika Tanszék, Miskolc)
- [4] *Csóke B.*: Előkészítéstechnika – Aprítás és osztályozás (Kézirat – Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Előkészítéstechnika Tanszék, Miskolc)
- [5] *Pethő Sz.* (1986): Aprítás és osztályozás II. (Tankönyvkiadó, Budapest, 1986)
- [6] *Talabér J.* (1966): Cementipari kézikönyv (Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1966)
- [7] *Mucsi G., Csóke B., Rácz Á., Vitális L.*: Evaluation of the separation efficiency of a classifier for producing composite cement (Bewertung der Trennschärfe eines Sichters zur Herstellung von Zementen mit mehreren Hauptbestandteilen). Cement International No. 2/2011. Vol. 9. ISSN 1610-6199 pp. 50-57.
- [8] *Wang X., Ge X., Zhao X., Wang, Z.*: A model for performance of the centrifugal countercurrent air classifier (Powder Technology, Volume 98, Issue 2, 1. August 1998, Pages 171-176.) www.sciencedirect.com
- [9] *Majumder A. K., Shah H., Shukla P., Barnwal J. P.* (2007): Effect of operating variables on shape of „fish-hook” curves in cyclones (Minerals Engineering, 20 (2007) pp. 204-206.)
- [10] *Tarján G.* (1989): Ásványelőkészítés I. (Tankönyvkiadó, Budapest, 1989)
- [11] *Shapiro M., Galperin V.* (2005): Air classification of solid particles: a review (Chemical Engineering and Processing 44 (2005) 279-285.)
- [12] *Böhm J., Schulcz Gy., Csóke B., Tompos E.* (1984): Ásványelőkészítési mérések és laboratóriumi gyakorlatok (Kézirat – Tankönyvkiadó, Budapest, 1984.)
- [13] *Yang Q. L., Liu J. X., Zhou Y. B.*: Flow Field Characteristic Analyses of a Turbo Air Classifier's Rotor Cage and its Structurally Improved Counterpart (Advanced Materials Research, Volume 58., Powder Technology and Application, October 2008) www.scientific.net/AMR. 58.59
- [14] *Kolacz J., Snadvik K. L.* (1996.): Ultrafine grinding in an air-swept ball mill circuit (International Journal of Mineral Processing, Volumes 44-45, March 1996, Pages 361-371.)
- [15] *Nied R.* (2004): Fine classification with vaned rotors: at the outer edge of the vanes or in the interior vane free area? (Int. J. Miner. Process. 74S (2004) S137-S145)
- [16] *Chen M. M., Chen J.* (2006): High efficiency two-stage dynamic classifier (U.S. Patent, Patent No.: US 7,028,847 B2, Date of Patent: Apr. 18. 2006.)
- [17] *Reichardt Y.* (2007): Operating results with an MPS 5600 BC vertical roller mill for producing very fine granula-

- ted blastfurnace slag meal (Cement International, Issue No.: 2/2007, pp. 92-95.)
- [18] *Aydogan N. A., Benzer H.*: Comparison of the overall circuit performance in the cement industry: High compression milling vs. ball milling technology (Minerals Engineering 24 (2011) pp. 211-215.)
- [19] *Toneva P., Eppele P., Breurer M., Peukert W., Wirth K. E.* (2011): Grinding in an air classifier mill – Part I: Characterisation of the one-phase flow (Powder Technology, 211 (2011) pp. 19-27.)
- [20] *Toneva P., Wirth K. E., Peukert W.* (2011): Grinding in an air classifier mill – Part II: Characterisation of the two-phase flow (Powder Technology, 211 (2011) pp. 19-27.)
- [21] *HOSOKAWA ALPINE* – Handbook – Powder and particle processing (Mechanical Process Technology Handbook, 2<sup>nd</sup> revised edition, Germany, 2006. September)
- [22] *Jung O.* (2005): High efficiency classifiers for MPS vertical roller mills (Zement Kalk Gips International, 58. Volume (2005) No. 6 pp. 55-60.)
- [23] *ZKG 2010: 4<sup>th</sup> PFEIFFER Convention 2010*, Kaiserslautern/Germany, (13.-15.10.2010) – Optimum grinding of raw materials, cement and coal (Zement Kalk Gips International, No. 11.-2010 pp. 24-27.)
- [24] *Reichardt Y.* (2010a): The new PFEIFFER roller mill MVR: reliable grinding technology for high throughput rates (Zement Kalk Gips International, No. 11.-2010 pp. 40-45.)
- [25] *Reichardt Y.* (2010b): The new Pfeiffer MVR-R vertical roller mill for producing raw meal – a reliable single-mill solution for large kiln capacities (Cement International, Issue No.: 6/2010 Volume 8. pp. 40-47.)
- [26] *Balaguru P., Chong K.* (2005): Nanotechnology and concrete: research opportunities (Proceeding of the International Conference – Application of Technology in Concrete)
- [27] *Rácz Á.* (2010): A szubmikronos száraz keverőmalma örlés lehetőségei és problémái, 1. rész (Építőanyag, 2010/2., 62. évf. 2. szám, pp. 46-49.)

**KALICZNÉ PAPP KRISZTINA** a Miskolci Egyetemen 2002-ben okleveles környezeti eljárás technikai és hulladék előkészítési mérnöki képesítést szerzett. 2002-től a budapesti CEMKUT Kft. alkalmazásában áll, ahol kutató-fejlesztő mérnökként fő kutatási területe a REA-gipsz cementipari alkalmazhatósága, az így készült cementek reológiai és kötési tulajdonságainak vizsgálata, valamint a redukálószer cement- és betontechnológiai tulajdonságot befolyásoló hatásainak vizsgálata volt. 2010-től a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárás technikai Intézetének PhD hallgatója, ahol doktori kutatási témája a finomszemcsés anyagok száraz szétválasztási technológiájának fejlesztése.

**DR. GOMBKÖTŐ IMRE** 2000-ben a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karán szerzett előkészítéstechnikai mérnök diplomát. Jelenleg a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárás technikai Intézet oktatója. Részt vesz a Műszaki Földtudományi és Környezettudományi Oktató, Kutató és Innovációs Központ működtetésében. Jelentős tapasztalatokkal rendelkezik az ásványi és másodnyersanyagok fizikai-mechanikai eljárásokkal történő feldolgozásában, a hulladékhasznosításhoz kapcsolódó technológiai műveletekben. Szerzője és társszerzője számos, a magyarországi hulladékhasznosítás, bányatömedékelés, paszta technológia és a reaktív gátak témakörét érintő publikációnak. Aktívan vesz részt különböző K+F tevékenységekben.

## Hazai hírek

### Legveszélyesebb munkahelyek

Az idei első félévben összesen 7,5 ezer olyan munkabaleset történt hazánkban, amelynek következtében a sérült dolgozó legalább három napig nem volt keresőképes – derül ki a *Nemzeti Munkaügyi Hivatal* (NMH) legfrissebb statisztikáiból. Ugyan ez valamivel több mint tavaly (7343), de jelentősen kevesebb mint két éve (8488) vagy 2008-ban, amikor 10 ezer feletti esetszámmal regisztráltak. Halálosetet 31-szer regisztráltak az NMH, ami az utóbbi öt év legkisebb száma, ebben az időszakban 2009 volt a mélypont a maga 53 ilyen esetével.

A legtöbb baleset a gépiparban (1438) történt, de nem sokkal van lemaradva a feldolgozóipar (1260) sem. A képzeletbeli dobogó legalját a szállításban, raktározásban, postán vagy távközlésben dolgozók balesetei jelentik (926), ennek csak a harmadát hozta a köznyelv által legveszélyesebbnek tartott építőipar (325). Igaz, a halálos baleseteket nézve – az összes eset harmadával – már kiemelkedik ez az iparág, de öt-öt végzetes baleset történt a mezőgazdaságban és az előbb említett szállításban, raktározásban, postán és távközlésben is, ahogy három halálosettel az oktatás, igazgatás területén is találkozott az NMH. Érdekesség, hogy a *bányászoknál mindössze két sérülést regisztráltak*, de a nyomozást, biztonsági mun-

kát végzők is a sor végén állnak a maguk 50 esetszámával és nulla halálosettel.

A munkahelyeken jellemzően az elesés, elbotlás okozza a legtöbb sérülést – hangsúlyozta a szóvivő, aki szerint ez leginkább azokat érinti, akik többször közlekednek, vagy anyagmozgatásban vesznek részt. Ugyancsak kiemelte mint okot a nyári időszakban az öltözködési szokásokat is: sokszor az okozza a balesetet, hogy szandálban vagy papucsban cipekednek, amiben sokkal könnyebb megcsúszni, de gyakori gond az is, hogy egyszerűen elfelejtik megjelölni a takarítás után síkossá vált felületet.

Természetesen nem csak ilyen okok vezetnek balesetekhez, gyakran előfordul, hogy végig sem gondolják a veszélyeket, vagy nem tudatos a munkavégzés. Ide kapcsolódik egy nemrég készült felmérés, mely szerint a magyarok nagyon alulértékelik a munkahelyi veszélyforrásokat – hangsúlyozta a szóvivő. Eszerint az uniós átlaghoz képest mindössze tizedek-kora arányban tartják komoly problémának a balesetveszélyt a munkahelyeiken, miközben hazánkban átlagosan hetente két dolgozó veszti az életét munkavédelmi szabálytalanságok miatt.

*Napi Gazdaság, www.napi.hu 2012.10.03.*

PT

# A szén-dioxid csővezetéki szállításához kapcsolódó alapvető energetikai számítások

DR. LADÁNYI GÁBOR okl. bányagépész-, bányavillamossági mérnök, tszv. egyetemi docens,  
Geotechnikai Berendezések Tanszék, Miskolci Egyetem



*A cikket a szerző a BKL Bányászat 2011/1. számában megjelent, „A CO<sub>2</sub> biztonságos csővezetéki szállításának alapvető kérdései” c. anyag folytatásaként szánja. Előbbi cikk a szén-dioxid csővezetéki szállításának alapvető, a biztonságot is érintő kérdéseivel foglalkozik. Jelen anyag tárgya a szén-dioxid csővezetéki szállításra alkalmas állapotának eléréséhez szükséges eszközök számbavétele, illetve az állapot eléréséhez szükséges energiaigény becslése.*

## Alapelvek

Az erőművi füstgázból leválasztott szén-dioxid általában a légköri nyomáshoz közeli nyomású (~1bar), azonban a csővezetéki szállítás gazdaságossága érdekében ezt a nyomást igen jelentős mértékben növelni kell. A szállítóvezetékbe tápláláshoz el kell érni legalább a 150 bar-os értéket. A kezdetben gáz halmazállapotú szén-dioxid, miközben nyomása növekszik, halmazállapot-változáson megy keresztül: 150 bar-on folyékony, vagy ún. szuperkritikus állapotú, függően attól, hogy mekkora a hőmérséklete. Előbbiekből következik, hogy a gáz halmazállapotú közeg nyomásfokozásához kompresszor, míg a folyékonyhoz szivattyú szükséges. Kérdés: hol célszerű megválasztani a kompresszorozás, ill. szivattyúzás között a határ-nyomást? Ennek eldöntésében segít minket, ha felidézzük a szén-dioxid kritikus állapotjelzőit. Mivel a szén-dioxid kritikus hőmérséklete viszonylag kicsi (~31 °C), nyomásfokozás közben a felmelegedő gáz ettől jóval nagyobb hőmérsékletre jut, majd így távozik a kompresszorból. Tehát a kilépő közeg egyértelműen gáz halmazállapotú mindaddig, amíg nyomása el nem éri a 73 bar kritikus értéket. Ez egyben azt is jelenti, hogy a két nyomásfokozási mód közötti határnyomásként célszerű a kritikus nyomást választani. Tehát a gázsűrítéssel elérendő nyomásarány:  $p_2/p_{1i}=73$ , ami jelentős érték. Ezt csak úgy tudjuk elérni, ha több fokozatú kompressziót, ill. kompresszort alkalmazunk. Ellenkező esetben a gáz – és maga a gép is – olyan mértékben melegedne fel, ami lehetetlenné tenné a hosszú idejű, folyamatos üzemet. Többfokozatú sűrítés esetén a közbenső nyomásokat úgy célszerű megválasztani, hogy az egyes fokozatokban kialakuló nyomásarányok azonosak legyenek. Ezzel a választással tudjuk minimalizálni a sűrítés energiaigényét, amely – egyéb járulékos feltételek teljesülése esetén – az egymást követő fokozatokban egyforma. Az indokolatlanul nagy fokozatszám növeli a mechanikai veszteségeket, egyben bonyolultabbá teszi a gép felépítését, ami egyértelműen növeli a meghibásodás valószínűségét, és a karbantartási költségeket. A fokozatszám kis értékűre választása esetén pedig, olyan mértékű lesz a gáz felmelegedése, ami – mint ahogy már fentebb említettük – veszélyezteti a

kompresszor stabil működését. Itt jegyezzük meg, hogy elméletben elképzelhető a kompresszió közben olyan intenzív hűtés, ami izotermikushoz közeli kompresszió lefutást eredményezne. Egy ilyen gép azonban indokolatlanul bonyolult, és költséges lenne a megépítendő hűtőrendszer miatt. Ezért a gyártók által megvalósított, tehát a piacon megvásárolható gépek nem ezt a konstrukciós elvet követik, hanem az egyes fokozatokból kilépő gázt visszahűtik a belépési hőmérsékletre, illetve annak közelébe, és így engedik tovább a következő fokozatba. Ez az ún. közbenső hűtés, mely során azonban a gáz hőmérséklete általában nem csökken vissza a kiindulási értékre, azt csak megközelíti. Ennek oka alapvetően hasonló a már elmondottakhoz. A teljes visszahűtéshez ugyanis túl nagy hűtőfelület adódna, és ne felejtjük el, hogy a hűtők nyomástartó edényként üzemelnek.

Olyan többatamos molekulát alkotó közeg esetén, mint a szén-dioxid a fokozatonkénti nyomásarányt célszerű  $p_2/p_{1i}=3$  közelébe választani. Ilyenkor a gáz felmelegedése adiabatikus kompresszió esetén sem éri el a 100 °C-ot. Ezek után a szükséges fokozatok száma, ha a gázt minden fokozat előtt visszahűtjük a kiindulási hőmérsékletre:

$$N = \log_3 \frac{73}{1} = 3,9$$

Tehát, ha a szén-dioxidot ideális gáznak tekintjük, legalább 4 fokozatú sűrítést végző gépet kell alkalmaznunk a stabil, elfogadható hatásfokú kompresszorozás érdekében. A tökéletlen visszahűtés miatt azonban – okát az előzőekben elmondtuk – a fokozatszámot eggyel megnövelik. Vagyis esetünkben  $j=5$  fokozattal számolhatunk. Ezzel természetesen módosul az egy fokozatban megvalósuló tényleges sűrítési arány is.

$$a = \frac{p_2}{p_1} = \sqrt[5]{73} = 2,36$$

Ezek után felírhatjuk a sűrítéshez egy-egy fokozatban szükséges fajlagos munkát:

$$l_{ti} = Z_i \cdot c_{pi} \cdot \Delta T_i \text{ [J/kg]}$$



Az összefüggésben:

- $Z_i$  a gázra jellemző kompresszibilitási tényező, az  $i$ -edik fokozatban,
- $c_{pi}$  a gázra jellemző fajhő (állandó nyomáson), az  $i$ -edik fokozatban,
- $\Delta T_i$  a gáz felmelegedése, az  $i$ -edik fokozaton való áthaladás közben.

Az utóbbi kettő, a szén-dioxid technikai gázállandója ( $R_t$ ), és a sűrítésre jellemző adiabata kitevő ( $\kappa_i$ ) ismeretében számítható.

Noha valamennyi fokozatban azonos nyomásarányt választottunk, a kompresszibilitási tényező és az adiabata kitevő gázállapottól való függése miatt a sűrítéshez szükséges munka, kis mértékben ugyan, de eltérő lesz az egyes fokozatokban. Ezért ezt célszerű kiszámítani minden fokozatra külön-külön.

### Az energiaigény számítása

A szóban forgó gázszállítási feladat megoldására különböző működési elvű kompresszort választhatunk, amely alapvetően forgólápátos vagy térfogat-kiszorításos gép lehet. Az utóbbi esetben ma általában – annak egyéb előnyös tulajdonságai miatt – csavarkompresszort szokás alkalmazni. Bármelyiket is választjuk, bennük a sűrítési folyamat nem hűtött módon megy végbe. Sőt, forgólápátos gép esetén melynek választása a nagy tömegáram miatt ez esetben szintén szóba jöhet, még jelentős hőbevezetésre is számítani kell (ti. a gépben való áramlásakor fellépő súrlódás miatt). Természetesen kétszűlnék hűtött kompresszióval, pl. olaj beporlasztás segítségével üzemelő csavarkompresszorok is. Esetünkben azonban olyan nagy tömegáramokról van szó, ami mellett – ha csak nincs valamilyen egyedi szempont, ami ezt indokolná – nem célszerű (alapvetően a nagyobb beruházási költség, és a jelentősebb karbantartási igény miatt) hűtött kompresszort választani. Nem hűtött kompresszor esetén, adiabatikus kompressziót feltételezve szokás számolni a sűrítés munkaigényét. A kompresszió ettől eltérő lefutását és a gép egyéb belső veszteségeit az adiabatikus hatásfokkal ( $\eta_{ad}$ ) vesszük figyelembe. Előbbieknek megfelelően az egyes fokozatoknál használt paraméterek (a Kinder Morgan Co. közleménye alapján):

1. fokozat:	$Z_1 = 0,995$ $\kappa_1 = 1,277$
2. fokozat:	$Z_2 = 0,985$ $\kappa_2 = 1,286$
3. fokozat:	$Z_3 = 0,970$ $\kappa_3 = 1,309$
4. fokozat:	$Z_4 = 0,935$ $\kappa_4 = 1,379$
5. fokozat:	$Z_5 = 0,845$ $\kappa_5 = 1,704$

Fentiekkel számoltuk a fajlagos munka egyes fokozatokban és az öt fokozatban együtt szükséges értékét. Ezeket az 1. táblázat második sorában adjuk meg.

1. táblázat:

A szállítás különböző paraméterei,  
ha  $\dot{m} = 13699 \text{ t/nap}$

fokozat sz.	1	2	3	4	5	összes
$l_t [\text{kJ/kg}]$	90,0	89,4	88,6	86,8	83,5	438,4
$l_t/\eta_{ag} [\text{kJ/kg}]$	115,5	114,6	113,5	111,3	107,1	562,0
$P_k [\text{MW}]$	18,3	18,2	18,0	17,7	17,0	89,2
$P_{sz} [\text{MW}]$						2,2
$P_k + P_{sz} [\text{MW}]$						91,4
$E_{nap} [\text{GWh}]$						2,19

Itt jegyezzük meg, hogy ha a szén-dioxidra, mint ideális gázra jellemző  $\kappa$  és  $Z$  értékekkel számolunk minden fokozatban, akkor az összes fajlagos munkára  $l_t = 455 \text{ kJ/kg}$  értéket kapunk. Amely kevesebb, mint 5%-kal tér el a fokozatonkénti értékekből számolt 438,4 kJ/kg-tól.

A már említett belső veszteségeket képviselő adiabatikus hatásfok ( $\eta_{ad}$ ) mellett figyelembe kell venni a gép mechanikai hatásfokát is ( $\eta_{mech}$ ). Mint látni fogjuk, esetünkben több tíz megawatt teljesítményű gépre vagy gépekre van szükség. A mai technológiához illeszkedve kb. 40 MW az a felső teljesítménykorlát, melyet még célszerű egy gépegységben kivitelezve beépíteni. Ilyen nagy teljesítményű gépek esetében a mechanikai hatásfok nagyon jó, tehát alig kisebb, mint 100%. Számításunkban a két hatásfokot együtt kezeljük, és  $\eta_{ag} = \eta_{ad} \cdot \eta_{mech} = 0,78$  értékkel számolunk. Az ezzel számolt fajlagos munka-értékek találhatók az 1. táblázat harmadik sorában.

Ezek után számíthatjuk a kompresszorozás teljesítmény szükségletét ( $P_k$ ), a

$$P_k = \dot{m} \cdot \frac{l_t}{\eta_{ag}}$$

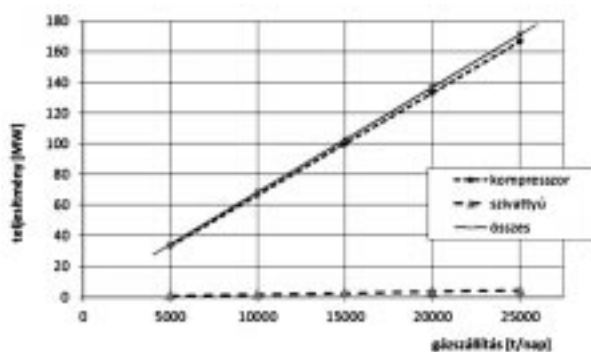
összefüggés segítségével. Az 1. táblázat negyedik sorában az  $\dot{m} = 13699 \text{ t/nap}$  gáz tömegáramhoz tartozó teljesítményt tüntettük fel. A példánkban szereplő tömegáram megválasztása előtt ugyanis ellátogattunk a Mátrai Erőmű Zrt. honlapjára. Az egyébként informatív honlap által közölt adatok között megtalálható az erőmű következő évre tervezett széndioxid-kibocsátása is. A tervek szerint ez  $\sim 5 \text{ Mt/év}$ , ami megfelel a 13699 t/nap értéknek. (Mivel a Mátrai Erőmű Zrt. a magyar energiatermelő rendszerben alaperőműként üzemel 365 napos folyamatos üzemmel számoltunk.) Az 1. ábra diagramján azonban megadjuk az 5000-25000 t/nap tartományban szükséges kompresszor-teljesítményeket is.

Mint ahogy már megállapítottuk, a kritikus nyomás elérése után a szén-dioxid nyomásának további növeléséhez szivattyút használunk. Az ennek működtetéséhez szükséges teljesítmény a jól ismert

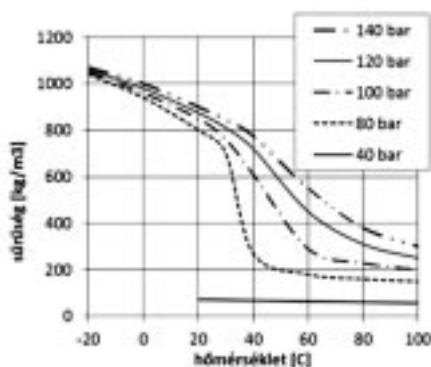
$$P_{sz} = \frac{\dot{m} \cdot \Delta p_{sziv}}{\rho_{CO_2} \cdot \eta_{sz}}$$

összefüggéssel számolható. Itt

- $\Delta p_{sziv}$ , a szivattyún áthaladó közeg ún. össznyomás-növekedése, ami estünkben  $\Delta p_{sziv} = 150 - 73 = 87 \text{ bar}$ ,
- $\rho_{CO_2} = 630 \text{ kg/m}^3$ ; a folyékony szén-dioxid sűrűsége,
- $\eta_{sz}$ , a szivattyúzás hatásfoka, melynek értékét irodalmi adatok alapján 0,88-nak vettünk.



1. ábra: A nyomásfokozás teljesítmény szükséglete



2. ábra: A  $\text{CO}_2$  sűrűségének alakulása az állapotjelzők függvényében

A  $\rho_{\text{CO}_2}$  a szén-dioxid sűrűsége, melynek alakulását a hőmérséklet és nyomás függvényében a 2. ábrán láthatjuk. Az ábrán megfigyelhető, hogy a minket érintő, a kritikus pont környezetében fennálló nyomás és hőmérséklet tartományban, jelentős mértékben változik a közeg sűrűsége. Vagyis a szén-dioxid sűrűáramú szállítási állapotának elérése közben nem csak a kompresszoros nyomásfokozás, hanem a szivattyúzás fázisában is nő a közeg sűrűsége. Utóbbi esetben, természetesen jóval kisebb a növekedés. A 2. ábra diagramja szerint kb. 630-880  $\text{kg/m}^3$  tartományban zajlik a változás. Mivel adott tömegáram és nyomásnövekedés esetén, a kisebb sűrűségű anyag mellett lesz nagyobb a szivattyúzás teljesítményigénye, ezért számításunkban az alsó határértéket (630  $\text{kg/m}^3$ ) használtuk.

A fentiek szerint számolt, és szintén az  $\dot{m} = 13699$  t/nap tömegáramhoz tartozó szivattyúzási teljesítményt adjuk meg az 1. táblázat ötödik sorában. Végül a hatodik sorban a két teljesítmény összegét.

A különböző tömegáramokhoz tartozó szivattyúzási teljesítmény és a két gép által igényelt összes teljesítmény alakulását is láthatjuk az 1. ábrán. Azonnal feltűnik, hogy a szivattyúzáshoz szükséges teljesítmény jóval kisebb mint amit a kompresszorozás igényel, annak kevesebb mint 2,5%-a. Ennek alapvető oka, hogy a szén-dioxid kritikus nyomása az elérni kívánt 150 bar-hoz képest viszonylag nagy, ezért a nyomásfokozás túlnyomó hányadát a gáz halmazállapotú közegnél kényszerülünk elvégezni. A szivattyú általi nyomásnövelés aránya így már csak kettő körüli érték, és a hármat akkor sem ha-

ladja meg, ha a csővezetékbe való betáplálás nyomása az általunk felvett 150 bar-tól nagyobb, 180-200 bar közötti érték. Ettől nagyobb feladási nyomást nem szokás választani – főként szilárdsági okok miatt – még akkor sem, ha a hosszú vezeték ezt igényelné. Ilyenkor az áramlás során fellépő nyomásvesztés pótlására köz-benső nyomásfokozó állomást – esetleg többet is – iktatnak be. A már megvalósított vezetékek üzemeltetése közben tapasztaltak szerint átlagban kb. 20-25 bar/100 km nyomásvesztéssel lehet számolni, miközben az áramló közeg nyomását a vezeték mentén nem engedik olyan mértékben lecsökkenni, hogy az a nyomásfokozás előtt fázisátalakulást szenvedne. Tehát az áramlás fenntartására elhasznált energia pótlására is szivattyút alkalmaznak.

Az elmondottakból következik, hogy az üzemeltetés során jelentős költségmegtakarítást akkor érhetünk el, ha az alkalmazott kompresszor jó hatásfokú, amit az üzemeltetés éve alatt is folyamatosan megtart (karbantartás!), vagyis, a néhány sorral előbb megadott számot másként értelmezve, a kompresszor 2,5%-os hatásfok javulása annyi teljesítmény megtakarítást eredményez, mint amit a szivattyúzáshoz használunk fel (ha  $\dot{m} = 13699$  t/nap). Azt a tényt, hogy a szivattyúk hatásfoka általában jobb (legalább 10%-kal), mint a kompresszoroké sajnos itt nem tudjuk hasznosítani. 73 bar-tól kisebb nyomáson kezdhethetnénk meg a szivattyúval történő nyomásnövelést, ha a közeg hőmérsékletét a kritikus hőmérséklet alatt tartanánk. A szén-dioxid esetében a  $t_{\text{krit}} = 31$  °C sajnos meglehetősen kis érték, emiatt elképzelhetetlen hogy a kompresszorban történő sűrítés közben a szén-dioxid hőmérséklete ne emelkedjen a  $t_{\text{krit}}$  fölé.

Mivel a hőerőművek szigorúan 24 órás napi üzemben működnek, a gáz nyomásfokozásához szükséges napi energiafogyasztást is 24 óra figyelembevételével számoltuk ki. Amely példánkban  $E_{\text{nap}} = 2,19$  GWh, és ez olvasható az 1. táblázat hetedik sorában. A neki megfelelő, forintban kifejezett költséget nem adjuk meg – illetve kiszámítását az Olvasóra bízuk –, mert annak értéke függ attól, hogy az illető erőmű milyen önköltséggel állítja elő a villamos energiát. E tekintetben jelentős különbségek vannak az egyes hőerőművek között. Sokatmondó azonban, ha egyszerűen a teljesítményeket vetjük össze. A Mátrai Erőmű Zrt. esetében kb. 1000 MW beépített teljesítménnyel számolhatunk, és ehhez tartozik az 5 Mt/év széndioxid-kibocsátás, amely 0,571 t/MWh fajlagos értéket takar. Ezzel az erőmű a világátlagnak megfelelő helyet foglal el a hőerőművek között. Ettől jobb fajlagos kibocsátási értéket az újabb építésű, egyben korszerűbb technológiával üzemelő hőerőművek mutatnak. Az 1000 MW számadat megkönnyíti a dolgunkat, ha az 1. táblázatban feltüntetett – egyébként igen jelentős – 91,4 MW teljesítményhez viszonyítjuk. A két teljesítmény arányából kiderül, hogy az 1000 MW megtermelt villamos energia 9,14%-át, tehát közel tizedrészét fogyasztja el a füstgázból leválasztott széndioxid csővezetéki szállításához szükséges nyomásnövelés. Az erőmű összhatétfokát tekintve az ilyen

arányú energiafelhasználás már nem elhanyagolható, illetve egy ilyen tétel már érezteti hatását a megtermelt villamos energia árában is. Tegyük hozzá, hogy a gáz előkészítésének csak az egyik, noha energiaigény szempontjából legjelentősebb tényezője a szén-dioxid nyomásfokozása. Ehhez azonban kisebb tételben ugyan, de adódnak még további költségek pl. a szén-dioxid víztartalmának csökkentése érdekében végzendő műveletek.

Az energiamérleg jelentős mértékben javítható azonban, ha a nyomásnövelés közben, a szén-dioxid hűtéskor elvont hőt nem adjuk át a környezetnek, hanem valamilyen hasznos célra fordítjuk. Az így elvonható és hasznosítható hőenergia nem elhanyagolható. Nagysága összemérhető a kompresszoregység hajtására felhasznált teljesítménnyel, és minél jobb hatásfokkal működnek a hőcserélők annál jobban megközelíti azt. Ha a teljes erőművi technológiát tekintjük, akkor a hasznosításra több lehetőség is adódik. Ezek közül csak kettőt említünk:

Elsőként a kazánokba bejuttatott, az égéshez szükséges levegő előmelegítését. Ha a levegő az égéstől alacsonyabb hőmérsékleten lép be az égőtérbe, akkor a felmelegedéshez szükséges energiát az eléggő tüzelőanyag biztosítja. Ha a levegőt előmelegítjük ez az energia is bejut a villamosenergia-termelő folyamatba.

Másik hasznosítási lehetőség, ha az elvont hőt a kommunális létesítmények fűtésére, esetleg a használati melegvíz előállítására fordítjuk. Erre számos példát találhatunk olyan bányák esetében, melyek a műveléshez nagy mennyiségű sűrített levegőt használnak.

Ezekkel a megoldásokkal a szén-dioxid befogás és szállításra alkalmas állapotba hozás átlagos többletenergia-igényének fele visszanyerhető.

Összefoglalva megállapítható, hogy a hőerőművek tüzelőanyagának elégetéséből képződő szén-dioxid csővezetékbe táplálásához szükséges energia döntő részét a gáz halmazállapotú szén-dioxid nyomásának növeléséhez használjuk fel. Megállapítható, hogy az energiaigény átlagban az erőmű által megtermelt villamos energia 10%-a körül mozog. Az üzemeltetési költségek tekintetében döntő fontosságú tehát, hogy az alkalma-

zott gépek közül a kompresszorok a lehető legjobb hatásfokkal működjenek. A nyomásnövekedés közben felmelegedő gáztól utóhűtéssel elvont hő hasznosításával a hajtásnál bevitt energia egy része, a teljes erőművi rendszert tekintve visszanyerhető. A hasznosítás mértékétől tehát nagymértékben függ az egész CCS rendszer által igényelt többletenergia részaránya. A világ néhány országában – Amerikai Egyesült Államok, Ausztrália – már üzemelő rendszereknél nyert tapasztalatok szerint ez a ~10%-os többlet ~5-6%-ra csökkenthető.

### Köszönetnyilvánítás

A cikkben bemutatott munka részét képezi Az új Magyarország fejlesztési terven belül futó TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projektnek. A projekt létrejöttét támogatta az Európai Unió, együttműködésben az Európai Szociális Alappal.

### IRODALOM

- [1] *Von M. I. Frenkel*: Kolbenverdichter; VEB Verlag Technik Berlin
- [2] *Paul C. Hanlon*: Compressor handbook; McGraw-Hill
- [3] Atlas Copco Handbuch; Druckluft Technik; Wilhelm Möller OHG, (1977)
- [4] *Karl-Hein Konka*: Schrauben kompressoren; VDI Verlag, (1988)
- [5] *M. H. Kim, J. Pettersen, C. W. Bullard*: Fundamental process and system design issues in CO<sub>2</sub> vapor compression system; Elsevier Science (2003)
- [6] *Yang Chen, Per Lundqvist*: Analysis of supercritical carbon dioxide heat exchangers in cooling process; ELSEVIER (2006)
- [7] *K. Thambimuthu et al.*: Capture of CO<sub>2</sub> in IPCC special report on carbon dioxide capture and storage; B. Metz et al. Editors, Cambridge University Press (2005)
- [8] *E. R. Rubin, A. B. Rao, C. C. Chen*: Comparative Assessment of Fossil Fuel Plants with CO<sub>2</sub> Capture and Storage. 7<sup>th</sup> Internationale Conference on Greenhouse Gas Control Technologies. Vancouver Canada. Elsevier Science (2004)

**DR. LADÁNYI GÁBOR** 1978-ban szerzett bányagépész- és bányavillamossági mérnöki diplomát a Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karán. 1978-1985-ig ösztöndíjas gyakornok az Ásványelőkészítési Tanszéken. 1985-től a Bányagéptani Tanszéken tanársegéd, adjunktus, majd docens. 1987-ben gépészeti elektrotechnikai szakmérnöki diplomát szerzett a BME-n. 1988-ban egyetemi doktori, 1997-ben PhD fokozatot nyert el. Kutatómunkájában többek között hidraulikus szállítással, kőzetek jövesztésével, bányagépek vizsgálataival foglalkozott. Magyar és idegen nyelvű publikációinak, konferencia előadásainak száma meghaladja a százat, 1-1 szabadalom és know-how társtulajdonosa. Jelenleg intézeti tanszékvezető a Bányászati és Geotechnikai Intézetben.

### Az ausztrál lítiumbányászat

A lítium felhasználása az iparban az akkumulátorok, a számítógépek, a telefonok, az elektromos autók számára egyre nagyobb. Ez az igény megköveteli a bányászat növelését, amelyet Ausztráliában a Talison Lithium vállalat igyekszik teljesíteni. 2012 júniusában befejezték a Délnyugat-Ausztráliában, Perth-től 40 km-re lévő Greenbushes bánya és a hozzá tartozó előkészítő üzem bővítését, és így az évi termelésük

eléri az évi 20 000 t lítium-karbonát előállítását, amit 2015-ig meg fognak duplázni.

Az érc 3-4,5% Li<sub>2</sub>O-t tartalmaz, a feldolgozás első lépése a fajsúly szerinti leválasztás, majd a flotálás és a mágneses szeparálás következik, végül pedig a lítium koncentrátum elszállítása.

*Engineering and Mining Journal 2012. július*

*Bogdán Kálmán*



# Hajlított lemezből készült merítékhát helyettesítése síklapokból álló szerkezettel

LAJOS SÁNDOR okl. gépészmérnök, mérnöktanár, Miskolci Egyetem Ábrázoló Geometriai Tanszék



*A cikk egy olyan programot mutat be, mely a gyakorlatban is használható a különféle hajlított lemezekből készült merítékhátakat közelítő síklapú szerkezetek tervezésére.*

## Bevezetés

Az elmúlt évtizedben a Miskolci Egyetem Geotechnikai Berendezések Tanszékével közösen több, a Mátrai Erőmű Zrt. bányáiban üzemelő marótárcsás, később merítéklétrás kotrógép merítékét vizsgáltuk felül és terveztük újra. A felülvizsgálat és újratervezés alapvető célja a kotró által követett technológiához jobban illeszkedő, szilárdságilag ellenállóbb, és tartósság tekintetében hosszabb élettartamot biztosító meríték kifejlesztése és megtervezése volt. A gyártási tapasztalatok azt mutatták, hogy a hajlított lemezekből kialakított korábbi merítékek esetén nehézséget okoz a bontófogak jövesztéstechnikai szempontból optimálisához közeli elhelyezése és beállítása. Ezen merítékek üzemeltetése során erősen aszimmetrikus kopás mutatkozott elsősorban a bontófogaknál, de gyakran magán a vágóélen is komoly kopás jelentkezett. Ennek alapvető oka, hogy az ívelt vágóél erősen korlátozza a tervezőt, mivel az általa biztosított tervezői szabadság kevés ahhoz, hogy az összetett funkciójú bontófogak elhelyezése megközelítse az optimumot. Rendkívül bonyolult ugyanis optimumot találni valamennyi bontófogra, még akkor is, ha csak az alábbi legfontosabb elvárásokat vesszük figyelembe:

- Energetikailag minimalizált jövesztés. Ami az üzemidő legnagyobb részében követett technológiától való kisebb eltérés esetén sem okoz durva energiaigény-növekedést.
- A vágóél maximális védelme a kopás ellen. A vágóél tartós kopása ugyanis a meríték szilárdságát csökkenti. Ennek folyamánya lehet – a jövesztett anyag forgácsolási ellenállásának hirtelen növekedése esetén – az erős deformáció, ami kikényszeríti a meríték idő előtti lecserélését.
- Ne okozzon anyagtorlódást jövesztés közben.
- A kopott bontófog – figyelembe véve a terepi hozzáférési lehetőségeket is – viszonylag egyszerűen legyen ki-, majd az új beszerelhető.
- Ha a jövesztőszerkezet túlterhelődne, a bontófog és környezete védje meg a meríték többi részét a töréstől, ezzel lehetőséget adva a viszonylag kisebb költséggel történő javításra.

Fentiek miatt, a hajlított lemezekből felépített szerkezet helyett szögletes, síklemezekből felépülő vágóélt, vágóéltartót és merítékhátat terveztünk. A választás lényegesen több szabadságot biztosít a tervező számára és így lehetőséget kínál a több szempontú optimalizálásra. Ezen túlmenően egyszerűbb és pontosabb lehet a gyártás, és a meríték elkészítése után könnyebb a bontófogak pozíciójának ellenőrzése [1].

## Szögletes merítékek tervezése

A tervezőmunka során a hajlított lemezek által meghatározott felületeket kell síklapokkal közelíteni. Ehhez természetesen először el kell készíteni a régi meríték 3D-s modelljét (1. ábra).



**1. ábra:** A régi, ívelt elemekből készült meríték 3D-s modellje

A vágóél és a vágóéltartó esetében a síklemezekkel történő helyettesítés automatizálása rendkívül bonyolult feladat. Ennél a két elemnél nem egyszerű geometriai közelítésről van szó; biztosítani kell ugyanis a bontófogak jövesztéstechnikai szempontból megfelelő szögének beállításait. Ez bonyolult iterációs folyamat, mely magában foglalja a beállítási, hát- és homlokszögek ellenőrzését és véglegesítését, valamint a bontófog elhelyezésének vizsgálatát és beállítását a forgácsképek alapján [1]. Ez a folyamat nem nélkülözheti a mérnöki interakciót, mivel az említettek mellett gyakran egyéb befolyásoló tényezőkre is tekintettel kell lenni. Például a tökéletes szögbeállításokat időnként fel kell áldozni a

gyárthatóság, illetve a szerelhetőség érdekében. Ezekkel szemben a merítékhát síklapokkal való közelítése tisztán geometria probléma, ezért ez könnyebben automatizálható.

### *A merítékhát felületének közelítése*

Amikor a merítékhátat akarjuk helyettesíteni síklapokból álló szerkezettel, akkor nem egyszerűen a görbült felületet kell egy sokszöghálóval közelíteni, hanem figyelembe kell venni a korábban már említett szempontok szerint létrehozott szögletes vágóél és vágóéltartó geometriát is (2. ábra). Ugyanis az anyag vastagsága, amelyből a meríték fenti két részét készítjük, nem elhanyagolható a meríték többi méretéhez képest.

A 2. ábrán látható feladat a 3. ábrán látható geometriai problémára vezethető vissza. Az adott felületet kell közelíteni sokszöghálóval úgy, hogy az illeszkedjen az adott szakaszokra is.



2. ábra: Az új vágóél és vágóéltartó a régi háttal



3. ábra: A megoldandó feladat

Mivel a 3D-s modelleket a KeyCreator programmal készítettük, kézenfekvő megoldás volt, hogy a közelítést végző programot is ebben készítsük el. A KeyCreator lehetővé teszi ún. KXL nyelven készített programok futtatását. A KXL egy BASIC-szerű programnyelv, mely támogatja a KeyCreator adatbázisában található elemek (szakaszok, körívek, testek, felületek stb.) létrehozását és manipulálását [2]. A program először síkmetszetek segítségével meghatározza a felület néhány jellegzetes pontját. Ezután a közelítő sokszögháló csúcspontjainak számítása síkok és egyenesek dőféspontjainak számítására vezethető vissza [3]. Ehhez tekintünk a síknak az

$$\mathbf{n}(\mathbf{x} - \mathbf{p}) = 0$$

implicit vektoregyenletét, ahol:

$\mathbf{n}$  – a sík normálvektora,

$\mathbf{x}$  – a sík egy tetszőleges pontjának helyvektora,

$\mathbf{p}$  – a sík egy ismert pontjának helyvektora.

Az egyenesnek tekintjük az

$$\mathbf{x} = \mathbf{q} + t\mathbf{i}$$

paraméteres vektoregyenletét, ahol:

$\mathbf{x}$  – az egyenes  $t$  paraméterértékéhez tartozó pontjának helyvektora,

$\mathbf{q}$  – az egyenes egy adott pontjának helyvektora,

$\mathbf{i}$  – az egyenes irányvektora.

Abban a pontban, ahol az egyenes dőfi a síkot a két egyenlet  $\mathbf{x}$  vektora ugyanazt a pontot jelöli, ezért a  $t$  paraméter értéke

$$t = \frac{\mathbf{n}(\mathbf{p} - \mathbf{q})}{\mathbf{n}\mathbf{i}}$$

ha  $\mathbf{n}\mathbf{i} \neq 0$ . ( $\mathbf{n}\mathbf{i} = 0$  esetén az egyenes párhuzamos a síkkal, tehát ilyen esetben nincs metszéspont.) Ezt az egyenes egyenletébe behelyettesítve megkapjuk az

$$\mathbf{x} = \mathbf{q} + \frac{\mathbf{n}(\mathbf{p} - \mathbf{q})}{\mathbf{n}\mathbf{i}}$$

metszéspontot. A sokszögháló létrehozása után, a program a vágóéltartó, illetve a marótárcsa felé eső oldalakat is lezárja síklapokkal, majd kiszámítja az így kapott síklapú test térfogatát.

Egy konvex síklapú test térfogata legegyszerűbben a test gúlákra történő felosztásával határozható meg (4. ábra). A program kiszámítja a síklapú test tömegközéppontját, majd a testet határoló sokszögeket felosztja háromszögekre. A háromszögek csúcspontjait a tömeg-

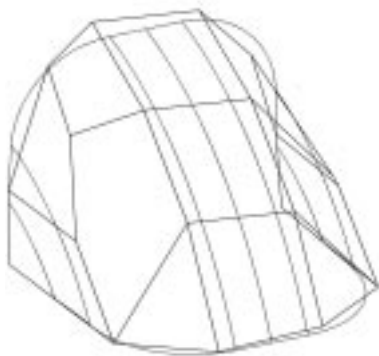


4. ábra: A térfogat számításához használt gúlákat

középponttal összekötve létrehozza a gúlákat. A test térfogata az egyes gúlákat térfogatának az összege.

### *A program működése*

A program indítása után a felhasználónak először ki kell választania a közelítendő felületet, majd a szögletes vágóéltartó belső éleit reprezentáló egyenes szakaszokat. A számítások elvégzése után a rajzterületen megjelenik a hát felületét közelítő sokszögháló (5. ábra).



5. ábra: A hát felületét közelítő sokszögháló



6. ábra: A párbeszédsávon megjelenő menü

Ugyanakkor a párbeszédsávon megjelenik egy menü (6. ábra), ahol a program megjeleníti a hát térfogatát is. A „+” és „-” gombokkal növelhetjük, illetve csökkenthetjük a hát térfogatát. A térfogatot addig növelhetjük, amíg a hát legmagasabb pontja a vágóéltartóhoz kapcsolódó élen van. A térfogatot addig csökkenthetjük, amíg a hátat közelítő sokszögek konvexek maradnak. Természetesen a képernyőn látható sokszögháló azonnal követi ezeket a változtatásokat. Abban az esetben, ha a háló megfelel a geometriai elvárásoknak és vélhetően a szilárdsági igényeket is ki tudja majd elégíteni, akkor az Igen gombra kattintva véglegesíthetjük azt. (A későbbi szilárdsági ellenőrzés hatására kisebb mértékben még módosulhat a háló felépítése.)

#### Továbbfejlesztési lehetőségek

A jelenlegi fejlesztési szinten a program csak a hát belső felületét közelítő sokszöghálót hozza létre. Ez is jelentős támogatás a felhasználó számára, mert ennek segítségével a hátat alkotó lemezek geometriájának kialakítása a korábbtól egyszerűbb feladat (7. ábra). Ehhez először az egyes sokszögeket extrudálni kell, azaz a lemezzavastagságnak megfelelő hasábokat kell létrehozni. Ezt követően a tökéletes illeszkedés érdekében, a



7. ábra: A szögletes hát

szomszédos hasábokat az alapsokszögek szögfelező síkjával el kell metszeni. Éppen ez a lépés a program egyik kézenfekvő továbbfejlesztési lehetősége. A későbbiek során tehát ezt a folyamatot is integrálni szeretnénk a programba.

#### Összefoglalás

A bemutatott program hajlított lemezből készült merítékhát belső felületét sokszöghálával közelíti, lehetővé téve a merítékhát térfogatának interaktív módosítását. A létrehozott sokszögháló drótvázmodellként közvetlenül felhasználható a szögletes hátat alkotó lemezek geometriájának létrehozásához.

#### Köszönetnyilvánítás

A bemutatott kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

#### IRODALOM

- [1] Sümegi István: Külfejtési marótárcsás kotrógépek jövesztő szerkezetének elméleti vizsgálata és fejlesztése. Doktori értekezés, Miskolc, 2002.
- [2] KeyCreator KXL Documentation, Kubotek Corporation.
- [3] Juhász Imre, Lajos Sándor: Számítógépi grafika. Egyetemi jegyzet, Miskolc, 2007.

**LAJOS SÁNDOR** okl. gépészmérnök 1991-ben végzett a Miskolci Egyetemen. Azóta a Miskolci Egyetem Ábrázoló Geometriai Tanszékén dolgozik, jelenleg mérnöktanári beosztásban. Tevékenységének fő területei: számítógéppel segített tervezés, számítógépi grafika, virtuális valóság.

#### Munkaerőhiány az ausztrál vasércbányászatban

Ny-Ausztráliában, a Pilbara régióban az ún. Roy Hill bányája létesítésére (2 Mrd ausztrál dollár), amely évi 55 Mt vasércet fog termelni, három vállalat – POSCO, Marubeni Corp. és STX Corp. – alakított konzorciumot.

A terv végrehajtásához több mint 8000 fő munkaerőre, benne 1500 magasan képzett szakemberre van szükségük, amely létszámot az ottani régió nem tudja biztosítani. A hiányzó létszám feltöltésére különböző megoldásokat határozott meg az ausztrál kormányzat, mégpedig:

- 2300 környékbeli lakos számára tréningeket, tanfolyamokat szerveznek,
- 1715 új, ún. verbuvált, de ausztrál állampolgárt fogadnak fel,
- a hiányzó létszámot ausztrál vízummal rendelkező külföldiek kaphatják, akik a tréningek elvégzése után ugyanazokkal a munkaügyi jogokkal fognak rendelkezni, mint az ausztrál társaik.

Mindezek a Roy Hill projekt végrehajtásának az idejére érvényesek, mondta *Martin Ferguson* miniszter. *Engineering and Mining Journal* 2012. július

Bogdán Kálmán



## 2012. évi bányásznapi ünnepségek

### Országos központi ünnepség

2012. augusztus 30-án Egerben, az Eger Hotel konferencia termében került sor a 62. *Bányásznapi* központi ünnepségre közel 400 meghívott jelenlétében.

Az elnökségben helyet foglalt *Németh Lászlóné*, a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium minisztere, *Bencsik János*, az Országgyűlés GIB Energetikai bizottságának elnöke, *dr. Fónagy János*, az NFM parlamenti államtitkára *dr. Holoda Attila* az NFM helyettes államtitkára, *dr. Horváth Péter*, a Magyar Energia Hivatal elnöke, *Jászai Sándor*, a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal elnöke, *Palásthy György*, a Magyar Bányászati Szövetség elnöke, *Rabi Ferenc* a Bánya- Energia és Ipari Dolgozók Szakszervezete elnöke, *dr. Nagy Lajos*, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület elnöke, *dr. Tihanyi László* a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar dékánja, *Szabó Róbert*, a Heves Megyei Közgyűlés elnöke, *Horváth László*, országgyűlési képviselő, Heves megyei kormány megbízott, *Habis László*, Eger város polgármestere, valamint *dr. Zoltay Ákos*, az MBSZ főtítkára, az ünnepség levezetője.



Az ünnepség a Magyar Himnusz közös eléneklésével kezdődött, majd a levezető elnök köszöntője után a résztvevők 1 perces néma felállással adóztak a bányászatban elhunytak emlékének. Ezután *Dánielfy Zsolt* színművész adta elő *Kopré József*: „Én láttam őket...” c. versét.

Az ünnepség megnyitójában *Rabi Ferenc* azt hangsúlyozta, hogy az ásványi vagyon kitermelése nélkül nehezen megoldhatóak a magyar gazdaság szerkezeti gondjai. Ugyanakkor a sikeres bányavállalkozások nagyban hozzájárulnak a foglalkoztatás növeléséhez is. Kifejezte reményét, hogy ebben a helyzetben kormányzati döntés születik a bauxitbányászat jövőjével kapcsolatban, ugyanis a MAL Zrt. termékei piacképesek, és a működésétől több ezer család megélhetése függ. Szükségesnek tartotta a szénre épülő villamosenergia-termelés mértékének megőrzését, fejlesztését, ehhez ugyanis rendelkezésre áll a megfelelő mennyiségű szén és lignit. Véleménye szerint az elektromos energia importjával külföldi munkahelyeket támogatnánk.

Ünnepi beszédet *Németh Lászlóné*, nemzeti fejlesztési miniszter mondott. Elismeréssel szólt a bányászat nemzetgazdaságban betöltött szerepéről és a bányászok munkájáról. Kijelentette, hogy a kormányzat arra törekszik, hogy Magyarország energiafüggettségének csökkentése és a lakossági energiaárak stabilitása érdekében elősegítse a hazai szénhidrogén lelőhelyek kutatását és kitermelését. Ezt szolgálja a bányatörvény módosítása, illetve az, hogy a kormányzat elő kívánja írni a szénhidrogénmezők ismételt kutatását, melyben egészsége-



sebb versenyt kívánnak kialakítani azzal, hogy maximalizálják az egyidejűleg egy vállalkozó által kutatható terület kiterjedését. A miniszter hangsúlyozta, hogy a bányászat a magyar ipar legősibb ágazata, ami európai mértékkel is sikeresnek számított és katalizátora volt számos más ipari tevékenységnek. A fejlesztési tárca arra törekszik, hogy a leghatékonyabb kereteket biztosítsa a bányászati tevékenységnek, annak érdekében, hogy az ágazat megőrizze versenyképességét a változó gazdasági körülmények közepette is. Ezt szolgálja az úgynevezett ásványi vagyon és készlethasznosítási terv, amelynek elkészítésén dolgoznak a minisztériumban, és amely – a tervek szerint – szeptemberben kerül széles szakmai egyeztetésre a MBSZ és az OMBKE közreműködésével. *Németh Lászlóné* szólt arról is, hogy a magyar energiapolitika részét képezi a nukleáris energia termelésének szinten tartása, ezért a cselekvési tervnek fontos eleme lesz a hasadóanyag bányászattal kapcsolatos ismeretek újraértékelése, illetve bővítése.

Ezt követően az ünnepség helyi házigazdájaként *dr. Nagy Lajos* az OMYA Hungária Kft. ügyvezető igazgatója, az OMBKE elnöke, valamint *Palásthy György*, az MBSZ frissen megválasztott elnöke szólt az ünneplőkhöz.

A kitüntetések során a nemzeti fejlesztési miniszter „Kiváló Bányász” és „Miniszteri Elismerés” kitüntítéseket adott át, majd az MBSZ elnöke a szövetség kitüntetéseit adta át. Ezután a BDSZ és az MBSZ elnöke szolgálati okleveleket adott át mindazoknak, akik több évtizeden át hűségesek maradtak a bányászathoz. (*A kitüntetési listát lásd alább.*)

A kitüntetések átadása után műsor következett, az Egri Gárdonyi Géza Színház művészeinek előadásában.

Az ünnepség a Bányászhimnusz eléneklésével zárult, ezt követően fogadásra került sor, ahol *dr. Holoda Attila*, az NFM energetikáért felelős helyettes államtitkára mondott pohárköszöntőt.

MTI, [www.mabsz.hu](http://www.mabsz.hu)

Szerkesztőség



## A 60. Bányásznapi országos központi ünnepségén átadott kitüntetések

„Kiváló Bányász” miniszteri kitüntetésben részesült 30 fő, közülük az OMBKE Bányászati Szakosztály tagja:  
**Babér Csaba**, a Vértesi Erőmű Zrt. Márkushegyi Bányáüzem főaknász diszpécser,  
**Berta József**, a MECSEKÉRC Zrt. üzemvezetője,  
**Bombitz János**, a Szuha 2000 Kft. főmérnöke,  
**Sőregi Zsolt**, a Mátrai Erőmű Zrt. technológusa (OMBKE javaslat).

Miniszteri Elismerés kitüntetésben részesült 5 fő, közülük az OMBKE Bányászati Szakosztály tagja:  
**Gyulai Péter**, az OMYA Hungária Kft. bányáüzem vezetője,  
**Huszár László**, a KŐ-KA Kft. cégvezetője (OMBKE javaslat),  
**Mata Tibor**, a Mátrai Erőmű Zrt. Bükkábrányi Bánya bányagazgatója.

A „Magyar Bányászatért” emlékérem kitüntetésben részesült:

**Dr. Nagy Lajos**, az OMYA Hungária Kft. ügyvezető igazgatója, az OMBKE elnöke, a hazai kőbányászat kutatás-termelés fejlesztésében, az érdekérvényesítésében kifejtett, kiemelkedően sikeres szakmai munkássága elismeréseként,  
**Morvai Tibor**, a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar ny. egyetemi adjunktusa, a bányamérnök-képzésben, a bányásztársadalom információs rendszerének kialakításában és hatékony működtetésében kifejtett kiemelkedően sikeres szakmai munkássága elismeréseként.

MBSZ „Jubileumi Emlékplakett” kitüntetésben részesültek:

**Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület** alapításának 120. évfordulója alkalmából,  
**MOL Nyrt.** a hazai olajbányászat kezdetének 75. évfordulója alkalmából,  
**OMYA Hungária Kft.** alapításának 20. évfordulója alkalmából.

„Bányász Szolgálati Oklevél” kitüntetésben számosan részesültek itt és a helyi ünnepségeken, közülük kiemeljük:

**Dr. Horn János**, a BDSZ elnöki főtanácsadója 55 éves szolgálatért,  
**Dr. Gagy Pálffy András**, az OMBKE igazgatója 45 éves szolgálatért.

„Bányamentő Szolgálati Oklevél” kitüntetésben szintén számosan részesültek.

A Bánya-, Energia- és Ipari Dolgozók Szakszervezete Elnöksége a településen élő aktív és nyugdíjas bányászközösségek támogatásáért, a bányász emlékek és hagyományok ápolásáért **emléklapot és ezüst bányászgyűrűt** adományozott az alábbiaknak:

**Becsó Zsolt** országgyűlési képviselő, a Nógrád Megyei Önkormányzat Közgyűlés elnöke,  
**Berta István**, Szűcsi község polgármestere,  
**Pénzes Gábor**, Pilisszentiván község polgármestere,  
**Bulcsú Elemér**, Apc község polgármestere.

A Bánya-, Energia- és Ipari Dolgozók Szakszervezete Elnöksége a bányász kulturális örökség és hagyományörzés terén végzett kiemelkedő munkásságának elismeréseként **Művészeti Nívódíjat** adományozott az alábbiaknak:  
**Tokodaltárói Bányász Vegyeskórus** (alakult 1929-ben) és vezetője **Világi Ildikó**,

**Szendrői Népdalkör** és vezetője **Kisidáné Gríger Ildikó**,  
**Blaskó Sándor**, a Padragi Bányász Hagyományörző Kör elnöke,  
**Horváth Károly**, a Bódéért Hagyományörző Egyesület elnöke.

A Bánya-, Energia- és Ipari Dolgozók Szakszervezete Elnöksége a munkavállalók érdekében végzett kiemelkedő tevékenysége elismeréséül **BDSZ ezüst emlékérmét** adományozott

**Helmeczi Józsefnek**, a Vértesi Erőmű Zrt. beszerzési részleg-vezetőjének.

*Dr. Nagy Lajos*, az OMBKE elnöke **Bencsik János** országgyűlési képviselőnek, az Országgyűlés Energetikai Bizottság elnökének, az NFM korábbi államtitkárának a bányász hagyományörzés támogatásáért **Szt. Borbála-szobrot** adott át.

A „Magyar Bányászatért – Köszönjük Elnök Úr!” kitüntetésben részesültek az MBSZ jubileuma alkalmából a Szövetség korábbi elnökei, akik funkciójukat az elmúlt 20 évben kiemelkedő szakmai rátermettséggel, a Szövetség iránti elkötelezettséggel látták el:

**Németh György**, a Veszprémi Szénbányák ny. vezérigazgatója, alapító elnökként 1992. 01. 22. – 1996. 12. 31.

**Csethe András**, a Mecseki Szénbányák ny. vezérigazgatója 1997. 01. 01. – 2001. 03. 30.

**Bokor Csaba**, a Wildhorse Energy Hungary Kft. elnöke, a MOL Nyrt. Kutatás-Termelés Divízió volt ügyvezető igazgatója 2001. 03. 30. – 2004. 10. 06.

**Dr. Valaska József**, a Mátrai Erőmű Zrt. igazgatósági elnöke 2004. 10. 06. – 2010. 04. 07.

**Dr. Holoda Attila**, a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium helyettes államtitkára, a MOL Nyrt. volt Eurázsiai Kutatás-termelés igazgatója 2010. 04. 07. – 2012. 06. 30.

Valamennyi kitüntetettnek ezúton is gratulálunk!

Szerkesztőség

## Bányásznapi Dorog térségében

Eseménydúsan telt el a 62. bányásznapi. A már kialakult szokásoknak megfelelően, de az idén már 12 helységben (Dorog, Csolnok, Sárisáp, Annavölgy, Kesztlőc, Piliscsév, Tokod, Tokodaltáró, Pilisszentiván, Pilisvörösvár, Solymár, Mogyorósbánya) megemlékezésekre, koszorúzásokra, ünnepi eseményekre került sor.

Az ünnepségsorozat augusztus 27-én a szakszervezeti képviselők és a nyugdíjas bányászok köszöntésével kezdődött. A Dorogi Szénmedence Kultúrájáért Alapítvány elismerésében részesült *Valovics László* kesztölci hagyományörző aknamélyítő vájár. Az ülésen felszólalt elnökünk, *Glevitzky István*, aki adományával a rászorulókat juttatását is segítette. A szerző tolmácsolásában bemutatásra került *Ladányi András* „TÓNI a bányász vezető” című könyve.

A koszorúzások pénteken a dorogi temetőben kezdődtek a lencsehegyi mártíroknál, majd Pilisvörösváron a községi bányász emlékműnél, Piliscsévben a bányász emlékhelynél folytatódtak.

A kesztölci koszorúzás előtt *Gaál Lajos* polgármester Bányász Helytörténeti Kiállítást nyitott meg, amit kialakítottak az egykori kisiskola épületében. Elismerését fejezte ki a lelkes gyűjtőmunkát végzőknek, a Kesztlőci Bányász Hagyományörző Egyesületnek, s jelezte, hogy van még lehetőség fejlesztésre, vannak elképzeléseik.

Szombaton zenés ébresztő volt Dorogon, ahol a hagyományos bányásznapi koszorúzás után az ünneplők a Művelődési



Házban meghallgatták a 90 éves Szent Borbála Kórházzal kapcsolatos előadásokat. Az előadók a bányásztársadalom szolidaritásával létrehozott kórházról beszéltek.

A koszorúzások is folytatódtak, Mogyorósbányán az emléktáblánál és a temetőben, Csolnokon a temetőben, Annavölgyön a bányász emlékhelynél. Csolnokon a Művelődési Házban tartott megemlékezés keretében *Lieber Tamás*, a BEBTE – Benedek Endre Barlangkutató és Természetvédelmi Egyesület – vezetője tartott ismertetőt a tevékenységükről, melyet fotókiállítással is illusztrált. A múzeum folyamatosan fejlődik, a bányásznapon átadtak új kiállítótermet, ásványtárolót, szabadtéri kiállítóreszt.

A dorogi majálisban érdekesség volt a Dorogi Borklub pohárkoccintási rekordkísérlete, melynek eredményeként 160-an koccintottak, a szemet gyönyörködtető tűzijáték és az utcabál.

Vasárnap Dorogon látványos mazsorett felvonulással kezdődött a nap. A Szent Borbála-templomban *Kiss Maly László* esperes, plébános celebrálta a bányászmisét, közreműködött a Dorogi Bányász Zenekar.

Tökodaltárón a bányász emlékműnél, Tökodon a temetőben volt koszorúzás. Pilisszentivánon érdekes színfolt volt, hogy a Helytörténeti Egyesület megkoszorúzta a község bányász emlékművét, majd Környebányára mentek, hogy az onnan Pilisszentivánra települt bányászcsaládok leszármazottai-val fejet hajtsanak a környebányai bányászok emlékére. A bányásznapi koszorúzások keretében felavatták az Erzsébet-akna emlékkövét és emléktábláját, majd Solymáron a Solymárakna és a volt osztályozó és külüzem emlékkövét és az információs táblákat. A városban büszkéik rá, hogy *Pénzes Gábor* polgármesterük a Központi Bányásznapon Egerben elismerésben részesült. Sárísaon a koszorúzás különlegességét az adta, hogy elkészült a „bányásztemető” felújítása és az új emlékkő. A kopjafát *Kovács József* tagtársunk készítette.

Természetesen minden színhelyen kulturális események sokasága zajlott, ami a bányásznapi megemlékezések tömegeket megmozgató, összetartó erejét mutatja. Lényegében a bányásznapi eseményekhez tartozik, hogy a dorogi Zsigmond Vilmos Gimnázium és Informatikai Szakközépiskola szeptember 14-én tartja névadói koszorúzását, megemlékezését Zsigmond Vilmos mellszobránál.

*Dr. Korompay Péter*

### Bányásznapi megemlékezések Nógrádban

Augusztus hó utolsó hétvégéjén és szeptember hó első napjaiban, Nógrád bányáslakta településeinek egész sorában emlékeztek meg a 62. Bányásznapról.

Tisztelettel adóztak az elhunytaknak, a hősöknek, akik bányabalesetben veszítették életüket. Az emlékhelyeken virágo-

kat, koszorúkat helyeztek el a hozzátartozó családtagok, ismerősök és a hivatalos szervek.

Több bányásztelepülés e napi ünnepést összekapcsolta a falunapi rendezvényekkel, amelyen a megemlékezés mellett vidám, színes programok várták a résztvevőket.

Az OMBKE salgótarjáni helyi szervezete a Bányamúzeumban a vendégül látott óradnai bányász fúvószenekarral ünnepelt. A zenekar megtanulta a Bányászhimnusz, és ezzel adta meg tiszteletét a bányászok előtt. A koszorú elhelyezése után *Liptai Péter* elnök köszöntötte a vendégeket, és a megemlékezés után fehér asztal mellett folytatódott az ünnepség.

Baglyasalján emléktáblát avattak azon hét bányász emlékére, akik 1926-ban a Sára lejtáknában halálos balesetet szenvedtek. *Lonszák Vilmos*, a bányász szakszervezet helyi elnöke a bányászok bátorságát méltatta beszédében. A kultúrotthon parkjában *Eötvös Mihály* alpolgármester a város és a bányászat kapcsolatát fejtette ki. Megköszönte Baglyasalja társadalmi és civil szervezeteinek, hogy nem engedik elveszni a hagyományokat. Hangsúlyozta, hogy értéket hozott létre az a kor, hiszen Salgótarjánt, a 90 éves várost a szénbányászat emelte megyeszékhellyé. A bányász szoborhoz elhelyezett virágok, koszorúk az utókor tiszteletének jelei.

Ebben az évben Nádújfaluban „emlékfutással” köszöntöttek a bányásznapot. Azokat az útvonalakat futották végig, amelyeket a siktába járva gyalog tettek meg a bányászok télenyáron, ez 6-10 km távolság volt.

Homokterenyén rendezett megyei bányásznappal zárult a megemlékezések sora. A központi ünnepségen kultúrműsor szórakoztatta a megjelent több mint 800 fő résztvevőt. A környező faluk népitáncosai, dalkörök, zenekarok adtak műsort. Fellépett a Bányász-Kohász Dalkör is, akik kevésbé ismert – régi – bányászdalokkal szórakoztatták a közönséget. Az elfáradt, megéhezett embereket finom bográcsgulyással és hűsítő itallal kínálták, majd a közös nótázás a régi bányásznapok hangulatát idézte elő!

*Vajda István*

### Komlói bányásznapi

Komlón több éve már a bányásznapi ünnepség a városnapi ünnepeléssel esik egybe. Ekkor rendezik a komlói expót, és hangulatos kirakodóvásári kép fogadja a sportszarnokba, az expóra igyekvő látogatót. A bányásznapi koszorúzásra 2012. szeptember 1-jén, a további bányász rendezvényekre szeptember 2-án, vasárnap került sor.

A 62. bányásznapon a Bányász Emlékekért Egyesület Aknamélyítő Tagozata 15 órakor emléktáblát avatott a Bányászati Aknamélyítő Vállalat egykori komlói telephelyén. A résztvevőket különbusz szállította a színház előtti térről a valamikori Anna akna közelébe eső Kakastelepre. Itt volt Komlón az aknamélyítő utolsó telephelye és irányítási központja. A mintegy százfőnyi ünnepelő közönség előtt *Kiffer Péter* mondott avató beszédet, amelyben – a lényegét illetően – ismertette a vállalat komlói tevékenységét és időben és térben változó telephelyeit. Az avatáson részt vett – vezető tanáraikkal együtt – az egyesület által létrehozott bányámanó csapat küldöttsége (lásd fénykép). A bányámanók a Pécs-budai Városkapu Általános Iskola tanulói.

A folytatás a Komlói Községi Házban volt, ahol az egyesített komlói diák énekkar produkciójában gyönyörködhetek a résztvevők. Az egyes énekszámok között részletek hangzottak el *Dénes Gizella* bányászati témájú írásaiból. *Kovács Árpád*, a bányák egykori főkönyvelője nagyon személyes hangú, érzelmekkel telített beszédében számolt be arról, hogy a komlóiak mit köszönhetnek a bányáknak, bányász elődeiknek. Meggyő-





zódással állította, hogy Komló város jelenlegi gazdag kultúrája a bányászat régi eredményein, anyagi, szellemi erején nyugszik. Ezt nem kell szégyellni, hanem méltán lehet büszke erre a város lakossága.

A tartalmas bányásznapot emlékköavatás zárta. Az egykori Kossuth akna aknaudvara helyén kialakított parkban, amely egyben a „Jó szerencsét” emléktúra egyik állomása is, emlékkövet szenteltek és avattak Kossuth I. szállító akna (Új akna) lemélyítésének 100. évfordulója tiszteletére. Az avató beszédet Jäger László okl. bányamérnök, Kossuth bánya volt főmérnöke mondta. Részt vettek ezen az avatáson is a bányá-



manók képviselői. Tolmácsolásukban elhangzott Nikolausz Tamás egy verse.

A terepi helyszíneken a Szederkényi Ádám Hagyomány-őrző Fúvószenekar működött közre.

Dr. Biró József

### Pécsi bányásznapi rendezvények

A Pécsi Bányáztörténeti Alapítvány és a Tettye Forrásház Zrt. 2012. aug. 31-én emléktáblát avatott a meszesi lakótelepen, a Fehérhegyen álló víztornyánál. A víztornyot az Első Dunagőzhajózási Társaság (DGT) építtette 1925-26-ban a környezetében létesített lakótelep vízellátására.

A torony több felújításon átesve ma is eredeti célja szerint szolgálja a környezetét. A közelmúltban történt felújítás után kívántak emléket állítani az emléktábla állíttatói, a mai tulajdonos a Tettye Forrásház Zrt. és az ötletgazda Pécsi Bányáztörténeti Alapítvány. Erről a még mindig impozáns létesítményről és az építés már történelminek számító időszakáról szólt Schaller Károly okl. bányamérnök avató beszédében.

Ezt megelőzően, augusztus 30-án Kővágószőlősen az Uránbányászati Múzeum parkban idén is megtörtént a hősi halottak koszorúzási ünnepsége, ahol a Pécsi Bányáztörté-

neti Alapítvány képviseletében Sallay Árpád alapítványi elnök koszorúzott. Ugyancsak Kővágószőlősen aug. 31-én az alapítvány nevében Sallay Árpád elnök történeti visszatekintést is magába foglaló beszédet mondott, és felavatta a kővágószőlősi uránbányász készenléti lakótelep emléktábláját.

Délután az Összefogás Mecsekszabolcsért Egyesület több helyszínen nagyszabású ünnepségsorozatot szervezett. A Hősök terén a megemlékezési és koszorúzási ünnepségen az ünnepi szónok dr. Páva Zsolt, Pécs város polgármestere volt, aki örömeinek és meglepetésének adott hangot, hogy ilyen nagyszámú közönség jött itt össze. Ez véleménye szerint azt mutatja, hogy nagy erő van a helyi közösségekben, híven őrzik elődeik emlékét és tisztelettel néznek fel hősies erőfeszítéseikre.



Az ünnepi köszöntőt dr. Hoppál Péter országgyűlési képviselő mondta. Emlékezett a bányász hősökre, urán- és szénbányászokra egyaránt. A beszédben kifejtette, hogy az érintett baranyai képviselők erőfeszítéseket tesznek a bányászok korábbi kedvezményeinek megőrzése érdekében. A mai gazdasági helyzetben e téren minden kis vívmánynak örülni kell, és e tevékenységben, úgy látják, nem szabad megállni, mert mindig lehet eredményt elérni. Most már fellépésük alapján a kormányzat külön fejezetben kezeli a bányászok korábban kivívott juttatásait. Szólt ezenkívül a bányászok szükséges összefogásáról, amely politikai nézettől függetlenül támogatást érdemel.

A beszédek mellett a rendezők kultúrmműsorokkal, versekkel, táncsoportok előadásával szórakoztatták a több száz főnyi hallgatóságot.

Az ünnepelést az emlékhelyen koszorúzás követte, amelyen a civil szervezetek és pártképviselek egyaránt elhelyezték koszorúikat, lerótták tiszteletüket a bányász hősök előtt.

Este fáklyás felvonulás haladt a csertetői bányász emlékműhöz, ahol dr. Göndöcs István, a Mecseki Bányavagyonhasznosító Rt. egykori vezérigazgatója mondott ünnepi köszöntőt, amelyet koszorúzás és nagyon látványos tűzijáték tett emlékezetessé.

Az ünnepi eseményeken részt vett és játékaival nagyban hozzájárult az ünnepi hangulathoz a Fekete Gyémánt Fesztivál Fúvószenekar.

Szeptember 1-jén délelőtt az erdei túra az egykori Mecseki Szénbányák kutatási osztályának György-aknai parkolójából indult. Itt gyülekeztek a résztvevők, akik a pécsi természetbarátokból, a Pécsi Bányáztörténeti Alapítvány szervezőiből álltak és azokból, akik a bányászok iránti tiszteletből vettek részt a rendezvényen. Pusztafalvi Gábor alapítványi kurátor bevezető szavai után még a gyülekezőhelyen Pálffy Attila ismertette a György-aknai terület történetét a Székesegyházi bányáktól, a Lloyd és Riegel Antal itteni ténykedésén át az Első Dunagőzhajózási Társaságig. Végigkövethettük a György-aknai szén útját a nagyvasúti pályáig, pályaudvarig. E tevékenységről a jövőben kíván emlékhely létesítésével az alapítvány méltó módon megemlékezni.

A séta második állomása a Mihály-aknai helyszín volt, ahol emlékkő avatására került sor. Mihály-aknát György-ak-

nával együtt a székesegyházi uradalom mélyítette 1856-ban. 1872-ben a felhagyott akna épületeinek egy részében kezdte meg működését az uradalmi róm. kat. népiskola, az ún. Kisgyőri iskola, amely az államosításig itt működött.

Tovább folytatva a sétát a következő megállóhelyen a szabolcsi szénpályaúdvár egykori helyszínén *Szirtes Béla* tiszteletbeli alapítványi elnök ismertette a terület fontos szerepét a 19. századi szénzállításban.

Útban a Szabolcs-tárhoz a séta résztvevői megtekintették a *Ferenc József*, majd későbbi nevén Béke-akna helyét, az itt korábban elhelyezett emlékkövel. Innét a Szabolcs-tárhoz érve a közönség megcsodálhatta a még mindig impozáns táro-bejáratot és az itt elhelyezett emléktáblát, amelyen a létesítmény történetét az ide látogatók dióhéjban megismerhették.

A táro 2730 m hosszú, 1877 és 1962 között töltötte be funkcióját, vagyis a Rücker-aknai és a Ferenc József-aknai szénrakodók összekötését. Ezen keresztül szállították a vasasi és somogyi bányák termelvényét a Szabolcs-Üszög vasútvonalra. *Pálffy Attila* ismertetője végén köszönetet mondott annak a 12 szervezetnek és vállalkozásnak, akik munkával, pénzzel hozzájárultak a bejárt terület rendezéséhez és az emlékhelyek létesítéséhez.

A séta tovább folytatódott *Rónaky Gizellának*, a Baranya megyei Természetbarát Szövetség képviselőjének vezetése mellett, István-aknán át Szabolcs faluig (Békavárosig).

A résztvevők a Pécsi Bányástörténeti Alapítványtól emlékklapot és egy ismertető füzetet kaptak.

Szeptember 1-jén Pécs város napja alkalmából hagyományosan az Ágoston téren a város képviselője köszöntötte a bányászokat. A civil szervezetek és pártok képviselői koszorúkat helyeztek el a mecseki szén- és uránbányászat emlékművénél. Délután 15 órakor e hagyomány szellemében *Pusztafalvi Gábor* bányamérnök bevezető szavai után *Páva Zsolt*, Pécs város polgármestere mondott ünnepi köszöntőt. Közvetlen hangon, maximális tisztelettel szólt a bányászok munkájáról,



nehézségéről és hősiességükről. Kifejezte azt a véleményét, hogy a város ásványi kincseinek kitermelési lehetőséget teremteni közösségi érdek. Elismeréssel szólt a Pécsi Bányástörténeti Alapítvány azon munkájáról, amelyet a bányászati múlt és emlékek megőrzése érdekében kifejt. Az ünnepi beszéd után a résztvevők elhelyezték az emlékezés virágait a bányász emlékmű talapzatán.

A városban több helyen is a helyi szervezetek megemlékezéseket tartottak. Ilyenek voltak a hétvégén az Uránvárosban szervezett főzőverseny, majd Vasason (bányász hősök emléktáblája a templombejáratnál és a bányászotthonnál álló bányászszobornál), ill. Pécs K-i városrészében a bányamentő szobornál és a bányaló emlékműnél tartott koszorúzások.

*Dr. Biró József*

## Bányásznapi ünnepség Rózsaszentmártonban

A Községi Önkormányzat képviselő-testülete és a Nyugdíjas Bányász Alapszervezet 2012. szeptember 4-én tartotta a 62. bányásznapot.

A vendégeket a Lignitbányászati Emlékházban *Sipos Jánosné* okl. közgazdász, polgármester és *Fáczán József* szak szervezeti titkár fogadta.

Az ország több bányásztelepüléséről és a környező községekből érkeztek vendégek. A polgármester asszony külön köszöntötte *Kovács Istvánt*, *Halmai Györgyöt*, a Mátrai Erőmű Zrt. főosztályvezetőit, *Varga Istvánt*, a Mátrai Erőmű Zrt. BDSZ nyugdíjas rétegbizottság vezetőjét és *Morvai Tibort*, a Miskolci Egyetem adjunktusát, Rózsaszentmárton szülöttjét, akit Egerben a Központi Bányásznapon *Németh Lászlóné* miniszter asszony kitüntetésben részesített – ez alkalomból a polgármester a megjelentek nevében gratulált a kitüntetéshez.

A 62. bányásznapi ünnepség a Lignitbányászati Emlékház udvarán ünnepélyes keretek között történt. Bevezető köszöntőt mondott *Fáczán József* SZB titkár, majd *Hegyi Istvánné* mondott verset, és a rózsaszentmártoni énekkar-kórus bányászdalokat adott elő. Az ünnepi beszédet *Kovács István* okl. bányamérnök, a Visontai Bánya főosztályvezetője tartotta.



Ünnepelők Rózsaszentmártonban (*Poczik Károly*, *dr. Szabó Imre*, *Sipos Jánosné*, *Halmai György*, *Kovács István*, *Korláth Zoltán*)

Beszédében visszaidézte az elmúlt időszak bányásznapijait, és szólt a jelenlegi visontai és bükkábrányi külfejtés előtt álló feladatokról. Elmondta, hogy a mai külfejtéses bányászat a legmesszebbmenőkig meg akar és meg is fog felelni az élő természet megóvásának és helyreállításának. Ma a lefejtett területek mellett elhaladva láthatjuk, hogy a valamikori bányaművelés helyén szőlőültetvények, mezőgazdasági kultúrák virágoznak, visszaállt a természet rendje. Beszédét *Tamási Áron* mondásával fejezte be, mely szerint: Isten titka, hogy miben és hol adja az embernek az ajándékot, nekünk csak az a feladatunk, hogy éljünk vele.

Ezt követően az emlékház udvarán az önkormányzat, a szakszervezet és a Mátrai Erőmű Zrt. képviselői koszorút helyeztek el az emléktáblánál.

A Bányászhimnusz eléneklésével a hivatalos ünnepség véget ért, és a polgármester asszony a meghívott vendégeket fogadásra hívta meg. Itt pohárköszöntőt mondott *Hamza Jenő* ny. főosztályvezető, az OMBKE Mátrai Szervezet Lignit Baráti Körének elnökhelyettese. Mindenkinek jó étvágyat és jó szórakozást kívánt. A jóízű gulyás és mákos-túrós rétes elfogyasztásával, a finom rózsai borok megízlelésével a baráti beszélgetések még tovább folytatódtak.

*Dr. Szabó Imre*



## Bányásznapi Tatabányán

Tatabányán a Bányásznapot 2012-ben is igen gazdag program keretében ünnepeltük, melynek fő szervezőjévé a város lépett elő.

**2012. augusztus 31-én** az Erőmű-lakótelepen kezdődtek a koszorúzások *Verebély László* szobránál. Kora délután a hagyományos kegyeleti emlékmennel a bányászok egy csoportja felkereste a tatabányai temetőben a bányaszerencsétlenségek áldozatainak sírját és más bányász emlékhelyeket, köztük *Gál István* Vértanúk terén álló szobrát, és elhelyezték a hálás emlékezet koszorúit. A bányamentők a korábbi Központi Bányamentő Állomáson (ma Autósiskola), a tavaly visszahelyezett bányamentő hősök emléktáblájánál tisztelegtek. Az emléktáblának része lett a Szent Borbála Kórház, ahol a bányászok csatlakoztak a Tatabányai Bányász Fúvószenekar zenéjére gyülekező kórházi dolgozókhoz. *Dr. Kovács József* főigazgató rövid ünnepi megemlékezésében hitet tett a kórház bányász múltja és a bányász hagyományok ápolása mellett.

Ezután került sor a városi központi koszorúzásra a Vértanúk terén, melyen több százan vettek részt, sokuk bányász egyenruhában. A Himnusz elnéklése után az országgyűlési képviselők, a város vezetői, a város bányászati vállalkozásai, társadalmi egyesületek – köztük az OMBKE és a Bányász Hagományokért Alapítvány – helyezték el a megemlékezés koszorúit, illetve idős bányászok és fiatalok csoportjai egy-egy szál virágot a mártírok emlékművére. Az ünnepség a Bányász-himnusz közös elnéklésével zárult.

A szerény bányásznapi fogadáson a tudósító mondott pohárköszöntőt. A korábbi Bányásznapokra visszatekintés után köszönetet mondott a városnak, az utód- és más vállalkozásoknak – köztük az Autósiskolának és a bányászírók ápolását átvállaló temetkezési vállalkozásnak – a bányász hagyományok, így a Bányásznapi támogatásáért.

A koszorúzás után megkezdődtek a kulturális és szórakoztató programok.

**Szeptember 1-jén** tartotta a bányászati módszerekkel termelő Észak-dunántúli Vízmű Zrt. Víztermelő Bányauzem az üzem ünnepségét.

Ezen a napon nyitott a *bányásznapi kézműves vásár*, ahol *Schmidt Csaba* polgármester tartott beszédet. Kiemelte, hogy a városban a szénbányászat volt a fejlődés motorja, a kapcsolódó szakmakultúra magas színvonalat képviselt. Ez segített abban, hogy a városba sok befektető érkezett, sok munkahelyet teremtve. A bányászok hagyományosan erős összefogása példamutató, ennek egyik látható ténye a bányász művészeti csoportok fennmaradása és változatlanul magas színvonalú teljesítményük. Ezért ad a város jelentős támogatást a Népháznak, a bányász művészeti csoportoknak és a korábbi bányász sporton felnevelkedett mai sportolóknak.



A vásár mellett a színpadon egész estig váltogatták egymást a város kulturális együttesei, végül a Neoton Família koncertje és az utcából zárta a programot.

A bányászok délután a *Kegyeleti Emlékműnél* gyülekeztek, elhelyezték az emlékezés virágait, majd rendezett sorokban a magyar, a városi és a bányász zászlókkal a több száz fős menet a Szabadtéri Bányászati Múzeumba vonult. A tempót a kísérő fúvószenekarok diktálták, és a menetet a mazsorettek színesítették. A város lakossága is megmozdult, a járdákon sokan nézték, kísérték a menetet. A Múzeumba érkezőket a Rozmaringos Bányász Egylet bányászdalai hangolták az ünneplésre. *Bencsik János*, a város országgyűlési képviselője köszöntötte az összegyűlteket, majd új munkájáról beszélt. A Magyar Földtani és Geofizikai Intézet igazgatóhelyetteseként irányítja a hazai ásványvagyon felmérését, hogy rendszerezett, tiszta képe legyen a döntéshozóknak a szén- és szénhidrogénvagyonról, a ritkaföldfémekről. Nem állunk rosszul, fogalmazott. Az ásványvagyon jó része gazdaságosan kitermelhető, ehhez megvannak a megfelelő technikai feltételek is. Fontos, hogy legyen megfelelő minőségű munkaerő, ezért a szakképzést sürgősen át kell szervezni. Ezután már csak az európai uniós szabályozáson meg a politikai szándékon múlik a döntés.

Ezt követően *Schmidt Csaba* polgármester a Tatabányai Bányász Hagományokért Díj helyébe lépő 2012. évi *Solymos Mihály-díjat* adta át, melynek névadója Solymos Mihály tatabányai bányamérnök. A díjazott *Fehér János* tavaly érte el 25 éves bányászati szolgálati idejét, és munkája mellett fotóival dokumentálja a tatabányai bányászatot, a szakmához kapcsolódó technológiát, a bányászok hétköznapijait és ünnepeit.

A múzeumi programban még kiállítás, retró bál, ingyenes múzeumlátogatás, ásványbörze, nosztalgiaabuszozás, sétakocsikázás segítette a bányászszellemiséggel átitatott tartalmas szórakozást. Érdekes színfoltja volt a nyilvános beszélgetés, amelyen a polgármester kérdéseire *Kiss Csaba*, *Szikrai Miklós* és *Csaszlava Jenő* válaszolt a selmecbányai diák hagyományokról, a szakectélyről, a bányász hagyományokról.

**Vásárnap** derűs, szép napra ébredt Tatabánya. Reggel a Városi Fúvószenekar ébresztette a népet, majd a Május 1. parkban – a vásár színhelyén – a térenéről a Tatabánya Városi Fesztivál Fúvószenekar gondoskodott. A tér közepén álló nagy sátorban szinte egész nap folyamatosan zajlottak a jobbnál jobb műsorok.

Délután 14 órakor a park mellett, a West Étterem parkolójában több száz érdeklődő előtt ismét megrendezésre került a Csillelő Verseny, amit *Lukács Zoltán* országgyűlési képviselő nyitott meg. Külön érdekesség volt, hogy a három férficsapat (Márkushegyi BDSZ, Dorogi Szentolók, HVD SZ Vörös Ördögök) mellett két hölgycsapat is indult: a TDKE Korcsolyázók és anyukáik, a TDKE Mutterok csapata. Óriási volt a biztatás, első lettek a márkushegyiek, másodikok a Vörös Ördögök és harmadikok a TDKE Korcsolyázók.

Vásárnap este 8 után az újjávarázsolt tatabányai Fő téren a kandeláberek fényei kialudtak, majd megjelentek a pislákoló bányászlámpák, kezdetét vette a *szalamanderes felvonulás*. A 70 diákból, 33 „öregdiákból” álló felvonulók előtt az OMBKE Tatabányai Szervezetének zászlaját lengette az esti szél. A menetet a Bányász Fúvószenekar zárta, amíg kétoldalt a város lakossága adott „dízsorfalat”. A Szalamander útközben kétszer állt meg; az Árpád Hotel előtt, ahol a Rozmaringos Bányász Egylet énekelt néhány bányásznótát, majd az Erkel Ferenc Zeneiskola előtt hallgatták meg a harangjátékot, végül a Borbála-szobornál a tömeg a zenekar kíséretében elnékelte a Bányászhimnusz.

*Dr. Csiszár István, Sóki Imre*



# Egyesületi ügyek

## A Bányászati Szakosztály vezetőségi ülése

Az OMBKE Bányászati Szakosztálya 2012. október 17-én tartott vezetőségi ülést Budapesten, az Egyesület Október 6. utcai székházában Erős György elnök vezetésével, 25 fő részvételével.

Az első napirendi pont előtt a vezetőség megemlékezett és tisztelettel adózott az elmúlt vezetőségi ülés óta elhunyt *Lohrmann Keresztély, Pálffy Gábor, Molnár László* szakosztályi tiszteleti tagokról, valamint a Veszprémi Helyi Szervezet elhunyt vezetőségi tagjáról, *Bolyky Zoltánról*.

Ezt követően „*A hazai uránbányászat újraindítási lehetőségei*” címmel a Wildhorse Kft. ügyvezetője, *Benkovics István* tartott előadást. Az érdeklődést, a téma aktualitását jól jelezte az előadást követő – elsősorban a termelésre, gazdaságosságra vonatkozó – nagy számú kérdés feltevése.

Az *elnöki tájékoztató* keretében *Erős György* az elmúlt időszak eseményeit ismertette, melynek keretében többek között szölte:

- a május 18-i 102. Küldöttgyűlésről,
- a június 21-22-én Selmecbányán, 120 éves az OMBKE ünnepség keretében „Hulladékgazdálkodás a bányászatban és a kohászatban” címmel tartott nagysikerű konferenciáról, majd az ezt követő
- június 23-i, a Szlovák Bányászati Egyesület 20 éves fennállásának keretében megrendezett Szlovák Bányavárosok 5. találkozóján való részvételről,
- ugyancsak a júniusi hónap eseményéről, a németországi Freiberg ünnepi rendezvényéről, amelyen az egyesületet a szakosztály Borsodi Helyi Szervezete képviselte,
- az augusztus 30-án Egerben tartott Központi Bányásznapi-ról,
- a szeptember 7-i selmeci Szalamanderről,
- valamint az október 12-i „250 éves a Selmeci Akadémia” selmecbányai rendezvényről.

A *Választmány 2012. október 9-i ülésének* eseményeiről Huszár László titkár adott tájékoztatást:

- a 102. Küldöttgyűlés határozatai végrehajtásának állásáról, mely határozatban foglaltak egyrészt már teljesültek (alapszabály-módosítás egységes szerkezete, honlapon történő megjelenítése, a 120 éves az OMBKE selmeci rendezvénye), másrészt teljesítésük folyamatban van (a „lobby szövetség” megalakulása, bányászati, kohászati emlékek megőrzése, fenntartása biztosításának érdekében tett lépések).
- Az Érem Bizottság döntéséről, amely szerint a választmány jóváhagyta a szakosztály Szt. Borbála-kitüntetésre vonatkozó előterjesztését. A szakosztály ismételtlen azokat a személyeket terjesztette fel kitüntetésre, akik az elmúlt évben a listáról valamilyen ok miatt lekerültek. A lehetséges két jelöltön felül (*Virág István, dr. Korompay Péter*) egy további tartalék személyt is javasolt a szakosztály (*Balázs László*) arra az esetre, ha valamely felterjesztett személy ismételtlen lekerülne a kitüntetendők listájáról.
- Az alapszabály módosítása keretén belül jóváhagyásra került, hogy a következőkben egy választási ciklus a jelenlegi 3 évről 4 évre változik. Felvetődött, hogy ez a módosítás már a jelenlegi ciklusra is legyen érvényes. Mindkét változat mellett és ellene hozhatók érvek. A Választmány legutóbb nem döntött, azt elhalasztotta a következő ülésére, egyben kérte, hogy az egyes szakosztályok foglaljanak állást erre vonatkozóan.

A Bányászati Szakosztály vezetősége arra a felvetésre, hogy a 4 éves időtartam már erre a ciklusra is vonatkozzon, és a kö-

vetkező tisztújításra a 2014. évben kerüljön sor az alábbiak szerint szavazott: **igen 17, nem 6, tartózkodás 2.**

Az egyesület, valamint a szakosztály gazdálkodásáról, pénzügyi helyzetéről *dr. Gagy Pálffy András* ügyvezető igazgató adott tájékoztatást, amelynek során jelezte, hogy ha nem is zavartalan, de bizonyos feltételek megvalósulása esetén az egyesület éves gazdálkodása egyensúlyban tartható. Részletesen kitért a pártoló tagdíjak eddig befolyt összegére, a még várható alakulására, amit befolyásol, hogy több tagvállalat is nehéz gazdasági helyzetbe került. Az egyesület egyik fő pénzügyi forrásának tekintett tagdíjbevételek alakulása időarányosan jónak mondható, de a helyzet további javítása érdekében az idei tagdíjat még nem fizetett tagok egy, a tagdíjfizetésre emlékeztető levelet fognak az elkövetkezendő napokban kapni. A tagdíjfizetések állásáról a helyi szervezetek vezetői részletes kimutatást vehettek át az ülést követően.

A következő időszak várható eseményeiről a szakosztály titkára adott tájékoztatást. Ennek alapján a teljesség igénye nélkül az alábbi főbb szakosztályt is érintő eseményekre, rendezvényekre kerül sor:

2012-ben:

- október 25., Ásványi nyersanyag gazdálkodás cselekvési program szakmai vitája,
- november 22-23., Országos Munkavédelmi Konferencia Visegrád,
- november 30., „250 éves a műszaki felsőoktatás” konferencia Miskolc,
- december 4., központi Szent Borbála-ünnepség,
- decemberben, később véglegesített időpontban évzáró szakosztály-vezetőségi ülés.

2013-ban:

- február: Bányász-Kohász Bál Lillafüred,
- április 4-7.: EMT Konferencia, Beszterce,
- április 8.: „Jó szerencsét” köszöntés megemlékezés, Várpalota,
- május: OMBKE 103. Küldöttgyűlés,
- június 7-9.: Knappentag, Kassa,
- június: Bányamérő Konferencia, Szekszárd,
- továbbá az év első felében szakosztály-vezetőségi ülés Miskolcon, valamint a szakosztály tervezi egy a hulladékgazdálkodás, esetleg a bányavízgazdálkodás témakörével kiegészített konferencia szervezését.

Huszár László emlékeztetője alapján

PT

## Új tagjaink

Az Alapszabály módosítása alapján – 3. § (5) bek. a) pont: „Az Egyesület egyéni tagja lesz az a jelentkező, aki a szakosztály és a helyi szervezet megjelölésével a jelentkezési lapján az OMBKE alapszabályát elfogadja, és a jelentkezés évében a tagdíját befizette. A jelentkezőt az Egyesület egyéni tagjai sorába az OMBKE helyi szervezetének vezetősége veszi fel, amely tényről a helyi szervezet vezetősége tájékoztatja az illetékes szakosztály vezetőségét és az Egyesület ügyviteli szervezetét.”

A Bányászati Szakosztály, ill. az Egyetemi Osztály bányász csoportjai 2012-ben belépett tagjai:

*Köves Gyula* (Dorogi Hsz.), *Károly László, Berta Zoltán, Gáspár József* (Mecseki Hsz.), *Győri András, Szemes Béla* (Nógrádi Hsz.), *Herlinger Lajos, Gyöngyösi Elek, Gulyás János, Pálkás Zoltán, Tonka Miklós* (Tatabányai Hsz.), *Mester László, Gyarmati Zoltán* (Tapolcai Hsz.), *Pingor Petronella,*

Mednyánszky Zoltán Miklós, Lukács Lóránt, Lerch Gergely, Martin Gábor Ádám, Kardos Gergely, Kabály Ágnes, Magyar Annamária, Kleiber Márk, Csicsék Ákos (bányász hallgatók).

Szeretettel köszöntjük új tagtársainkat!

Szerkesztőség

### Autóbuzos szakmai kirándulás

Az OMBKE oroszlányi szervezete az éves programja szerint 2012. május 31-én szakmai kirándulást szervezett a Nyirádi külfejtés, valamint Halimba III. mélyművelésű bauxitbánya és a környék nevezetességeinek megtekintésére. A kiránduláson mintegy 20 fő vett részt. Első állomásunk a Herendi Porcelán Manufaktúra Zrt. megtekintése volt. Az idegenvezetők sorra bemutatták az egyes munkafolyamatokat a különböző szebbnél szebb tárgyak elkészítéséről. Majd a múzeumban tettünk sétát, és a végén egy gyönyörű kávézóban frissültünk fel.

Utunkat folytatva Ajkán, a tóparton lévő vendéglőben megebédeltünk. Ezután a Nyirádi külfejtés felé, a vörösiszap-tározó mellett haladtunk el. A Nyirádi külfejtés 48 méter mély „kráterében” munkagépek dolgoztak, teherautókkal szállították el a bauxitot. A külfejtésről *Wurmbrandt Antal* adott tájékoztatást. A hasznos és értékes tájékoztatást megköszönve az OMBKE részéről *Bariczáné Szabó Szilvia* titkárunk egy oroszlányi OMBKE korszóval ajándékozta meg a külfejtés vezetőjét.

Ezek után utunkat folytatva a gyönyörű Somló hegyet csodáltuk meg. A Halimba III-ra érkezve a felolvasóban *Vózár János* tájékoztatott bennünket az üzem menetéről, a termelésről és a bányajárásról. Az áttöltés után személyszállító autók kimentünk a lejtaknához és ott átszálltunk a bányabeli személyszállító multikárokra. A bányában több munkahelyet látogattunk meg, és megtudtuk, hogy Európa legnagyobb bauxitbányájában vagyunk. A bányalátogatás után a diszpécser központban tájékoztatást kaptunk a munkák irányításáról. Megköszönve *Vózár Jánosnak* a közreműködést, egy oroszlányi OMBKE korszót adtunk át.

A hivatalos program befejeztével hazaindultunk, közben leöblítettük a bányajárás porát. Megköszönve valamennyi segítőt munkáját, kívánunk Jó szerencsét!

Zámbó Béla

### Szakmai nap az Oroszlányi Bányászati Múzeumban

Az OMBKE oroszlányi szervezete az éves program szerint 2012. június 28-án tartotta összejövetelét az oroszlányi Bányászati Múzeumban.

A múzeumi szakmai napon közel 30 fő jelent meg, közöttük olyan érdeklődők is, akik nem tagjai az egyesületnek. A programunk első részében *Németh László* tervezési mérnök tartott előadást: „Márkushegy ma és Márkushegy holnap” címmel. Az első részben az üzem ez évi termelési terveiről, létszámalakulásáról, a kiaknázott, illetve kiaknázatlan szénvagyon alakulásáról, az ideai két frontfejtésről, valamint a baleseti helyzet alakulásáról, csökkenéséről számolt be. Szólt az előadó a 2014. december 31-ig szóló műszaki tervről is.

*Németh László* – mint ahogy az ismert szlogen is tartja – a következő mondattal kívánt Jó szerencsét! „Hazai szénből, hazai energia, versenyképes áron” – bányászni kell. A cél az, hogy 2014 után is tovább működjön a „szerencse”.

Az előadás után múzeumi látogatás következett, amit még mindig nagy érdeklődés kísért.

Ezt követően ki-ki nyáron süthetgette a maga szalonniját, pecsenyéjét, leöblítve jó hideg üdítővel, frissítővel, majd beszélgetéssel folytatódott az időtöltés. A rendezvény végén a

Majki kastély irányába elindultunk hazafelé. A jókedv, a baráti beszélgetés, a jó előadás a szervezők és rendezők munkáját is dicséri.

Zámbó Béla

### Baráti találkozó a repülőtéren

Mennyire jó felülről nézni a világot! Ebben a jóban volt része az OMBKE Tatabányai Szervezet tagjainak és hozzátartozóinak a 2012. június 23-án a kecskédi repülőtéren megtartott baráti találkozásán.

Dél előtt 9 órakor 40 ember busszal, kocsikkal közelítette meg a repülőtér hangárjait, közösségi termeit. A ragyogó meleg idő lehetővé tette, hogy a belső helyiségeket nem kellett igénybe venni, az asztalok kikerültek a szabadba a tűzhelyek és bográcsok mellé. A bográcsokat többszámban mondjuk, mert főzőversenyre került sor, ahol három csapat „küzdött” a gasztronómiai élmények legfelső fokának eléréséig. Sőt volt egy versenyen kívül induló is, aki előételt kínált. Amíg az ételek fortyogtak az üstökben, addig *Bárony László* elnök köszöntötte a társaságot, majd *Sóki Imre* emlékezett meg *Szabó László*, *Veszprémi József*, *Mikus István* elhunyt tagtársainkról.

Ezután az asztaloktól néhány száz méterre megkezdődött a baráti találkozó attrakciója, a motoros és vitorlázó repülőgépekkel történő sétarepülés. Az első látásra nem bizalomgerjesztő repülők csak a laikusok számára voltak félelmet keltőek, mert senki nem esett le, viszont óriási élményt nyújtottak a „bátor repülősöknek”. A pilóták egyenként vitték fel tagjainkat és hozzátartozóikat, fent megkérdezték merre repüljenek, néha csináltak „éles kanyarokat”, rárepüléseket a gyomrok pillanatnyi állapota szerint. Mindenki tapasztalhatta, hogy felülről nézve gyönyörű ez a világ.

Időközben elkészültek az ételek és megindult a „kóstolás”, amely minimum három tányér étel elfogyasztását jelentette. Mondhatjuk mindegyik versenyző kített magáért, az ételek izések voltak, amelyet az is bizonyított, hogy a bográcsok tartalma hamar elfogyott, a jelenlévő három kutyusnak alig maradt.

Hiába volt nehéz az ételek közül kiválasztani a legjobbat, ezt mégis meg kellett tenni. Az első helyezett *Izing Ferenc* és feleségének csapata lett a káposztás, babos paprikással. Természetesen az ételekhez hozzátartoztak a jó sörök és a kiváló borok is.

Amikor valaki jól érzi magát, akkor „repül az idő”. A szó szoros értelmében az idő a baráti találkozón is elrepült. A repülők hangárba kerültek, a rendezők leszedték az asztalokról a tányérokat, poharakat, asztalterítőket, majd mindenki kellemes élménnyel telítődve hazament.

Sóki Imre

### Dalos emlékezés Salgótarjánban

Egy kedves ünnepségre került sor július 26-án a Bányamúzeumban. A Bányász-Kohász Dalkör az egyik elődjére, a százhusz évvel ezelőtt megalakult „Acélgvári dalárdára” emlékezett. A másik kórus a bányászok 1924-ben alapított énekkara volt.

Az 1892-ben létrejött acélgvári dalárda – minden visszaemlékezés, korabeli feljegyzés szerint – az olvasóegylet üdvöskéje volt. „A százéves a Kohász Művelődési Központ” című, 1978-ban megjelent kötetben is olvashatók *Wabrosch Béla* – aki az olvasóegylet elnökeként a húszas évek közepén tekintett vissza az eltelt évtizedekre – alábbi szavai: „Az olvasóegylet a dalárdának a szülőanyja is, viszont a dalárda az olvasó-



#### *Koszorúzás a várossá alakulás emléktáblájánál*

egylet édes gyermeke, istápolója, támogatója, egymásért élnek-halnak, osztozik a dicsőségben és bánatában, becézi, simogatja még akkor is, ha az elkényeztetett gyermek rakoncátlankodik.”

A dalárdát – amely a színjátszók és a fúvós zenészek mellett több mint hét évtizeden át az egyik kedves műkedvelő csoportja az intézménynek – a közönség nagyon szerette. Az utolsó fellépésekre a hetvenes évek végén került sor, aztán végleg megszűnt mind az acélgyári énekkar, mind a szintén sokáig működő, ugyancsak népszerű bányász kórus is.

Hosszú szünet után 2003-ban döntött úgy mintegy tucatnyi jó hangú, egykoron kohász, illetve bányász területén dolgozott férfiú, hogy napjaink követelményeihez igazodva felelevenítik a kóruséneklés hagyományát. A dalkör vezetőjének *Diósi Jánost* választotta a csoport. A Bányász-Kohász Dalkör gyűjti, őrzi és népszerűsíti a két – Salgótarján ipari múltját reprezentáló – szakterületen a selmecbányai képzés óta fennmaradt tradíciókat, az elődök tiszteletét parancsoló diák örökséget is.

A rendezvény két koszorúzással kezdődött. Először a Kohász Művelődési Központ (volt acélgyári kultúrház) épületén – ahol kilencven évvel ezelőtt várossá nyilvánították Salgótarját – lévő emléktáblán helyezték el a megemlékezés virágait, majd a bányamúzeumnál koszorúzták meg idős illetve *ifjabb Chorin Ferenc* emlékfalát. Természetesen mindkét helyen felhangzott a Kohász- és Bányáshimnusz.

A megemlékezés második részében ünnepi szakestély megrendezésére került sor. *Józsa Sándor* köszöntőjében üdvözölte a megjelenteket. A bányamúzeumot működtető Salgótarján Közművelődési Nonprofit Kft. szakmai igazgatóhelyettese, *Széky Miklós* köszöntötte a résztvevőket, az ünnepelő kórust: sok sikert éljenek még meg az elkövetkező évtizedekben.

A szakestély tisztségviselőit az ismert koreográfia szerint választották meg. A tisztségviselők jól végezték munkájukat, és minden biztosítva volt, hogy jó hangulatban fejeződjön be ez a kedves megemlékezés.

*Vajda István*

#### **Szakmai előadás Sopronban**

Az OMBKE Bányászati Szakosztály budapesti helyi szervezete és a Magyar Geofizikusok Egyesület soproni helyi szervezete 2012. szeptember 27-én – első ízben közösen, de a jövőben minden esetben – közös szakmai programot szervezett az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutató Központ Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet zsúfolásig megtelt tanácstermében.

A szakmai program levezető elnöke *dr. Ádám Antal*, az MTA r. tagja volt, az előadást e sorok írója tartotta „Természeti erőforrások, kiemelten a megújulók” címen.

Az előadás részletesen mutatta be

- hazánk ásványi nyersanyagvagyon helyzetét,
- az országgyűlés által elfogadott Nemzeti Energiastratégia 2030 kritikai értékelését,
- az ország energetikai helyzetét,
- a lehetséges megoldási feladatokat.

Az előadáshoz *dr. Ádám Antal*, *Beke Imre*, *Hámori Ágota* és *Széles Lajos* szóltak hozzá. A programról a Sopron Televízió is helyszíni tudósítást adott.

*Dr. Horn János*

#### **Szakmai előadás erőműépítésről**

Az OMBKE zsúfolásig megtelt Mikoviny-termében 2012. október 2-án került sor a Bányászati Szakosztály Budapesti Helyi Szervezet 2012. II. félévi harmadik szakmai előadására, melyet *dr. Stróbl Alajos* tartott „Erőműépítések Európában” címmel.

Az előadás első részében a magyarországi villamosenergia-ellátás időszerű kérdéseit mutatta be az előadó – elsősorban a forrásoldali, erőműves fejlődést. Egyelőre nem nagyon nő a hazai villamosenergia-fogyasztás, az importszáldó viszont annál jobban. Tavaly közel 1000 MW új erőmű kapacitás épült hazánkban, és ezzel a teljes, névleges bruttó teljesítmény meghaladta a 10 000 MW-ot. Látszólag sok a tartalék a 6500 MW-ot alig elérő csúcsterheléshez képest, de a valóságban nem ilyen kedvező a helyzet, mert sok régi erőmű már ún. „állandó hiányban” van. Építeni itthon is kell, nem elegendő a kereskedők importja.

Az előadás második része az európai erőmű-létesítésekkel foglalkozott. Az elmúlt évtizedben főleg földgázra és megújuló forrásra építettek erőműveket kontinensünkön. Újabb ismét előtérbe kerülhetnek a széntüzelésű erőművek a csökkenő széndioxid-árak miatt. Később – főleg a helyettesítések miatt – sok atomerőművet kell építeni, elsősorban Oroszországban. Ma nagyon sok akadálya van az erőmű-létesítéseknek, a magánbefektetés elég kockázatos, az államok pedig kívánnak.

A hallgatóság köréből több szakmai kérdés hangzott el, amelyre az előadó részletes, naprakész választ adott, amit a felvetők köszönettel fogadtak.

*Dr. Horn János*

#### **Családi-baráti összejövetel Gyöngyösön**

Az OMBKE Mátraaljai Szervezet Lignit Baráti Körének szervezésében 2012. augusztus 11-én családi-baráti összejövetel volt „magyaros pörkölt” elfogyasztása mellett Gyöngyösön a Bányász Szakszervezet székházában.

Az összegyűltnek nagy öröme immár hagyományosan *Lovász András* ügyvezető igazgató barátunk készítette a különleges ízharmoniaiú „hosszú lére” eresztett pörköltet. Segítőtársa *Katona Zsigmond* ny. főgeológus volt, aki egyben *Lovász András* főborásza is. Ő kínálta meglepetésére a Lovász bányamérnök „dinasztia” *Dezső* családtagja, aki építész-mérnök, meglepett bennünket háromféle különböző, több éve érlelt kisüsti pálinkával is, ami nagyon ízlett mindenkinek.

Az összejövetelen felidézttük az 1993-ban alakult Lignit Baráti Kör eddigi eredményeit, tevékenységét.



Hársy Istvánné, Morvai Lászlóné, Gubis Jánosné feleségek dicsérték az évente szisztematikusan előre megtervezett programok pontos megtartását. Buzdították a vezetőséget arra, hogy a jövőben is az eddigiekhez hasonlóan szervezzük a szakmai, baráti találkozókat.

A jó hangulatban lezajlott összejövetelt *Hamza Jenő* elnökhelyettes zárta be, megköszönve a finom pörkölt készítőinek szorgos munkáját és a jelenlévők részvételét.

*Dr. Szabó Imre*

## II. Bányabiztonsági Szakmai Nap a Márkushegyi bányáüzemben

2012. augusztus 24-én a 62. Bányásznapi, a 20. Villamos Napok és a 75 éves az Oroszlányi Szénbányászat alkalmából megtartottuk a II. Munkavédelmi Csoport Találkozót a Márkushegyi bányáüzem szabadidő központjában. Az előző évhez hasonlóan az idei évben is szerepelt az OMBKE programjában a munkavédelmi csoport találkozója.

A szervezők; *Zámbó Béla, Csermák Hugó, Kádas Miklós és Balog Tibor* együttes munkájával sikerült is 35 főt megtalálni, akikkel 1976-tól dolgoztunk együtt, és a jelenlegi munkatársakat is. *Zámbó Béla* bevezetőjében méltatta, hogy milyen felfelé emelő érzés újra találkozni a régi és az új munkatársakkal, immár második alkalommal.

*Dr. Havelda Tamás*, a Vértesi Erőmű bányászati igazgatója üdvözölte, hogy ennyi idő után ilyen szép számmal összejöttek a munkatársak, akik a munkavédelem területén dolgoz-

tak, majd tájékoztatta a megjelenteket a jelenlegi helyzetünkről és a jövőnkéről: A csődeljárás után sikerült továbbra is „talpon maradnunk” némi megszorításokkal, csökkentett létszámmal, valamint egy frontos üzemeléssel, 637 fővel. Megjegyzendő, hogy induláskor 2400-an voltunk. Nagy probléma, hogy alig van „szakemberünk”, de ügyes megoldásokkal még biztonságosan tudunk termelni 2014-ig, de lehet, hogy akár 2018-2020-ig, további mezőcsatolással. Bízunk benne, hogy „lesz még a szénnek reneszánsza”.

Az ismertető után hozzászólások, kérdések voltak, majd a válaszok után *Tóth Zsolt* bányamérnök köszöntött mindenkit az új nemzedék nevében, akik immár bizakodva tekintenek a jövőbe. Ezután ismertette a munkavédelmi csoport mostani összetételét, munkáját, részletesen, személyenként. A szervezeti felépítés röviden: bányász, gépész, biztonsági részleg (munkavédelem, bányabiztonság, bányamentők). Végül az aktuális munkákról is beszélt, és befejezésül méltatta a „rég motorosok és a fiatal biciklisták” munkáját.

*Zámbó Béla* a hivatalos rész végén megköszönte az előadók és a szervezésben részt vevők munkáját, és azt, hogy jelenlétünkkel megtiszteltük egymást.

A finom ebéd elfogyasztása után jólesett egy-egy pohár bor, sör, üdítő. Az udvaron közös fotó készült az első Sharf mozdony előtt, majd kis csoportok alakultak ki, beszélgettünk a régi időről. Estefelé, a kellemes találkozás után „Jó szerencsét!” köszönve búcsúztunk egymástól, azzal a jelszóval: Jövőre veletek ugyanitt!

*Zámbó Béla*

### Tisztelt Olvasóink!

Jubileumi okleveles tagtársainkat általában az 5. számban szoktunk köszönteni. Ez évben a lapszámunk cílszám jellege és az anyagok torlódása miatt kényszerűségből a 2013/1. számba kell átvigyük.

A kitüntetettek és olvasóink megértését kérjük!

*Szerkesztőség*

## Köszöntjük Tagtársainkat születésnapjukon!

*Jáger Ferenc* bányatechnikus szeptember 5-én töltötte be 90-ik életévét.

*Dr. Ocskay Attila* ügyvéd szeptember 7-én töltötte be 70-ik életévét.

*Sóvágó Gyula* okl. bányamérnök, környezetvédelmi szakmérnök szeptember 7-én töltötte be 70-ik életévét.

*Hofer Rezső* okl. bányamérnök szeptember 15-én töltötte be 75-ik életévét.

*Jurasits József* okl. bányamérnök szeptember 18-án töltötte be 80-ik életévét.

*Számel János* bányagazdasági üzemmérnök szeptember 18-án töltötte be 75-ik életévét.

*Szabó Csaba* tanár, diplomata szeptember 19-én töltötte be 75-ik életévét.

*Bakó Pál* bányatechnikus szeptember 21-én töltötte be 80-ik életévét.

*Horváth Károly* okl. bányamérnök szeptember 21-én töltötte be 80-ik életévét.

*Nagy Gyula* bányatechnikus szeptember 23-án töltötte be 75-ik életévét.

*Benke István* okl. bányamérnök, tiszteleti tag szeptember 26-án töltötte be 80-ik életévét.

*Kállai Jenő* okl. bányamérnök szeptember 27-én töltötte be 75-ik életévét.

*Bakos Gábor* okl. bányamérnök október 11-én töltötte be 80-ik életévét.

*Vázsonyi Ferenc* okl. bányamérnök október 15-én töltötte be 85-ik életévét.

*Makovi Gyula* okl. bányamérnök október 20-án töltötte be 70-ik életévét.

*Éder Imre* okl. bányamérnök október 26-án töltötte be 80-ik életévét.

*Markos Ferenc* okl. bányamérnök október 27-én töltötte be 75-ik életévét.

*Dubovinszky Lajos* bányatechnikus november 2-án töltötte be 75-ik életévét.

*Kozsup István* gépészmérnök november 3-án töltötte be 80-ik életévét.

*Dr. Balázs Józsefné* munkaügyi szakközigazdász november 4-én töltötte be 75-ik életévét.

*Kovács István* okl. építőmérnök november 10-én töltötte be 70-ik életévét.

Lovász András okl. bányamérnök november 14-én töltötte be 70-ik életévét.  
 Dr. Korompay Péter okl. bányagépész, bányavillamos mérnök november 15-én töltötte be 70-ik életévét.  
 Nánai István november 15-én töltötte be 70-ik életévét.  
 Pados József bányatechnikus november 17-én töltötte be 75-ik életévét.  
 Visnyovszki László okl. bányamérnök november 19-én töltötte be 70-ik életévét.  
 Katona Zsigmond okl. bányageológus mérnök november 22-én 7 töltötte be 75-ik életévét.  
 Horváth Gusztáv okl. bányagépész mérnök november 24-én töltötte be 80-ik életévét.  
 Szabó János okl. bányamérnök november 28-án töltötte be 90-ik életévét.  
 Nyertes Antal okl. olajmérnök november 28-án töltötte be 80-ik életévét.  
 Nagy Lajos okl. bányamérnök november 29-én töltötte be 85-ik életévét.  
 Machata Béla okl. villamosmérnök december 11-én tölti be 80-ik életévét.  
 Varga József bányagazdasági üzemmérnök december 11-én tölti be 75-ik életévét.  
 Deák József okl. bányagépész mérnök december 11-én tölti be 70-ik életévét.  
 Erdélyi István okl. bányagazdász december 14-én tölti be 75-ik életévét.  
 Ilyés Zoltán okl. bányagépész mérnök december 16-án tölti be 80-ik életévét.  
 Labudek Dénes okl. bányamérnök december 19-én tölti be 80-ik életévét.  
 Kiss Dezső okl. bányamérnök december 22-én tölti be 80-ik életévét.  
 Fáklya Károly okl. bányamérnök december 24-én tölti be 80-ik életévét.

Ezúton gratulálunk tisztelt Tagtársainknak, kívánunk még  
 sok boldog születésnapot, jó egészséget és

jó szerencsét!



Jäger Ferenc



Dr. Ocskay Attila



Sóvágó Gyula



Hofer Rezső



Jurasits József



Számel János



Szabó Csaba



Bakó Pál



Horváth Károly



Nagy Gyula



Benke István



Kállai Jenő



Bakos Gábor



Vázsonyi Ferenc



Makovi Gyula



*Éder Imre*



*Markos Ferenc*



*Dubovinszky Lajos*



*Kozsup István*



*Dr. Balázs Józsefné*



*Kovács István*



*Lovász András*



*Dr. Korompay Péter*



*Nánai István*



*Pados József*



*Visnyovszki László*



*Katona Zsigmond*



*Horváth Gusztáv*



*Szabó János*



*Nyertes Antal*



*Nagy Lajos*



*Machata Béla*



*Varga József*



*Deák József*



*Erdélyi István*



*Ilyés Zoltán*



*Labudek Dénes*



*Kiss Dezső*



*Fáklya Károly*



## Hazai hírek

### 230. évforduló ünneplése Pécs-Vasason

A Mecsekben 1782-től számítjuk az iparszerű bányászat kezdetét. Ennek jegyében emlékeztek meg 1982-ben a 200. évfordulóról. Azóta újabb harminc év telt el. Közben sajnos a széntermelés megszűnt, de a helyiek, az egykori bányászok és leszármazottaik őrzik és ápolják a bányász hagyományokat.

1982-ben, amikor a mecseki széntermelés megújítására készültek a Liász Programnak nevezett – a hazai koksz-széntermelés fejlesztését célzó – beruházási program keretében, jól jött, hogy ezt a projektet egy nevezetes történelmi dátum eseményéhez is lehetett kötni. Erre utalt *Merei Emil* vezérigazgató a Mecseki Bányászati Múzeum 1987-ben megjelent kiadványsorozatához írt „Előszóban”: A mecseki szénbányászat két évszázados küzdelmes, de sikerekben is bővelkedő múltjának azzal állítunk méltó emléket, hogy jövőjét mai tetteinkkel további évszázadokra megalapozzuk. Ennek a folyamatnak lényegi része épp a 200 éves évforduló idején megindított fejlesztés, a Liász-program.



A Mecseki Szénbányák igyekezett a hivatalos bányászat megkezdéséről méltó módon megemlékezni. Szorgalmazták a bányászati múlt kutatását, amelyhez a Magyar Országos Levéltár kutatási eredményeit is igénybe vették, ill. felhasználták. A Vasas és Hosszúhetény közötti domboldaldalban, ahol a régi térképek és feljegyzések szerint a szénkibúvásokra – főleg a 19. század első felében – több tárot is telepítettek, emlékművet állítottak, emlékparkot és bányász pihenőparkot létesítettek. A bányabezárás után a lakott területtől kissé távol eső emlékmű sajnos gazdátlanul maradt. A környezet állapota leromlott, fokozatosan elvadult. A szobrot vandál rongálók a vörösréz test miatt megbontották. Maradványait raktárba helyezték, melyek a vagyonátadásokkal Pécs város tulajdonába kerültek. A környező tágabb terület kárpótlás során magánkézbe jutott. Ma az egykori büszke emlékmű környezete beerdősödött.

A Szt. Borbála Egyesület a településrész központjában az egykori *Wiesner* akna környezetében emlékparkot hozott létre.

2012. szeptember 8-án mintegy 100 fő részvételével ünnepelt meg a 230 éves évfordulót. Ez a rendezvény teljes egészében helyi kezdeményezés volt. *Ruzsicsics Ferenc*, a Szt. Borbála Egyesület elnöke bevezetőjében köszöntötte a vendégeket, a munkatársakat és családtagjaikat. Ismertette az egyesület eddigi munkáját, eredményeit, amelyet vetített képekkel támasztott alá. Az önkormányzat részéről *Huba Csaba* méltatta a bányászok és bányászat szerepét, és felolvasta *dr. Hoppál Péternek*, a választókerület képviselőjének üdvözlő levelét. Ezt követően többen is emlékeztek a bánya működésé-

nek időszakára (*Berényi Zoltán, Patyi József, Bíró József*). Közben bányász dalok háttérzenéjével, valamint vetített képekkel mutatták be a szervezők az egykori Vasas Bányauzem ünnepeit és hétköznapijait. A megjelentek baráti beszélgetés közben fogyasztottak a helyben főzött pörköltből és a résztvevők által hozott italokból, süteményekből.

*Dr. Bíró József*

### Biomassza fűtőmű épülhet Győrben

Mintegy két- és félmilliárd forintos beruházással biomassza-fűtőmű épülhet Győrben; a létesítménnyel évi 6,9 millió köbméter földgáz felhasználását válthatja ki a megyeszékhely – írja keddi számában a *Kisalföld*.

A helyi városüzemeltetési társaság, a Győr-Szol Zrt. ingatlanán, a Wis Befektetési és Kereskedelmi Zrt.-vel közösen létrehozott projekt cég beruházásában valósulna meg a fűtőmű, amelyben egy nyolc megawattos, faaprítékkal működő és egy öt megawattos szalmabála-tüzelésű kazán szolgáltatná a meleg vizet a távhőrendszerbe. A létesítményben a *Kisalföldi Erdőgazdaság Zrt.* erdei faaprítékát és a Győr-Szol által összegyűjtött faanyagot tüzelnék el.

*KB*

### Riethmüller Árminra emlékeztünk

Ajkai bányász szervezetek 2012. augusztus 29-én emléktáblát helyeztek el Veszprémben, a nagyhírű ajkai bányaigazgató Fenyves u. 7. szám alatti egykori lakóházán.

Az ünnepségen megjelentek előtt *dr. Horn János* BDSZ elnöki főtanácsadó mondott avató beszédet. Röviden ismertette és méltatta az ajkai bányászat megalapítójának életútját, kiemelve annak fontosabb állomásait. *Riethmüller Ármin* 1834-ben a Stuttgart melletti Kirchheim Unter Teck-ben született. 1857-ben jött Magyarországra, és a Nógrád megyei Becskén, az ottani szénbányában vállalt munkát. A bánya elsősorban a halápi cukorfőző számára termelt fűtőanyagot. 1861-ben feleségül vette *Franciska Leopoldot*, mely házasságból két fiuk született, *Károly* (1862) és *Ármin* (1864). Később mindketten a selmecbányai Bányászati és Erdészeti Akadémia hallgatói lettek, *Károly* a bányászati, *Ármin* az erdészeti szakon tanult. *Károly* később apja mellett dolgozott Ajkán, majd néhány évig a bánya vezetője volt.

1873-ban a cukorgyár csődje miatt a becskei bányászat is megszűnt, és új munkahelyet keresve jutott el Ajkára. A csingeri bányában azután a ranglétra szinte minden fokát végigjárta. Volt csillás, aknaírnok, fűrómester, aknász, intéző, gondnok és bányafelügyelő, majd 1906-tól 1908-ig bányaigazgató. A kiváló szakmai képességekkel rendelkező vezetőt beosztott-



jai, munkásai szinte atyjukként tisztelték. 1897. december 21-én a bányaművelés terén szerzett érdemei elismerésül a király *Koronás Arany Érdemkeresztel* tüntette ki, amelyet nagy ünnepség keretében adtak át. Még életében aknát neveztek el róla.

Nyugdíjba vonulása után Veszprémbe költözött, és itt is hunyt el 1911. május 16-án. Temetésén mintegy kétszáz egyenruhás ajkai bányász vett részt.

A néhai bányagazgató tiszteletére állított emléktáblát Győr Sándor, az Ajkai Bányászokért Alapítvány elnöke és Blaskó Sándor, a Padragi Bányász Hagyományörző Kör elnöke leplezte le.

A rendezvényt szervező Bódéért Hagyományörző Egyesület nevében Horváth Károly megköszönte a támogató szervezeteknek és magánszemélyeknek a tábla állításához nyújtott anyagi támogatást és egyéb segítséget. Az ünnepség végén a résztvevők elénekelték a Bányászhimnusz.

Horváth Károly

### Stratégiailag kiemelt jelentőségű vállalat lett a Mal Zrt.

Stratégiailag kiemelt jelentőségű gazdálkodó szervezetként minősítette a kormány a Magyar Alumínium Termelő és Kereskedelmi (Mal) Zrt.-t. Az erről szóló kormányrendelet a csődtörzsi Magyar Közlönyben jelent meg.

Az Orbán Viktor aláírásával megjelent rendelet szeptember 20-án este hat órától hatályos. A rendelet alapján a Mal Zrt. esetében a csődtörvény 65-67. paragrafusát kell alkalmazni. A törvény szerint a kormányrendeletben stratégiailag kiemelt jelentőségű gazdálkodó szervezetnek minősítheti azokat a gazdálkodó szervezeteket, amelyek adósságainak rendezéséhez, hitelezőkkel való megegyezéséhez, reorganizációjához nemzetgazdasági érdek vagy kiemelt közérdek fűződik, továbbá amelyeknél kiemelt gazdaságpolitikai érdek fűződik ahhoz, hogy a jogutód nélküli megszüntetés gyorsabb, átláthatóbb legyen és egységesített eljárás szerint történjék.

A csődtörvény erre vonatkozó rendelkezése szerint ilyen szervezetek esetében vagyonfelügyelőként, illetve felszámolóként a kormány által rendeletben kijelölt állami felszámoló jár el, a kormányrendelet kihirdetésétől kezdve pedig ellenük a hitelezők csődeljárást nem kezdeményezhetnek, az ilyen kérelmet a bíróság soron kívül elutasítja. Az állami felszámoló az értékesítést nyilvános pályázat nélkül, meghívással is lebonyolíthatja.

Az ajkai timföldgyár a 2010. októberi vörösiszap-katasztrófa után csaknem kilenc hónapra állami felügyelet alá került az úgynevezett „lex Mal” alapján, amely szerint a gazdasági társaságok honvédelmi érdekből állami irányítás alá vonhatók. Az ajkai timföldgyár felügyeletét mintegy tízoldalas működési rend szerint végezték. Ez tartalmazta a többi között azt, hogy a kormánybiztos hagyta jóvá és ellenjegyezte a cég vagyoni kötelezettségvállalásait. A katasztrófavédelmi kormánybiztos irányítása alatt a felügyelet munkatársai ellenőrizték és nyomon követték a timföldgyár működését pénzügyi, technológiai, bányászati, beszerzési, jogi, környezetvédelmi, munkavédelmi, kárenyhítési és biztonsági területeken. Az állami felügyelet 2011. július elsejéig tartott. A tulajdonosok idén februárban jelentették be, hogy jelképes összegért, ezer forintért felajánlották a cég tulajdonrészének ötven százalékát az államnak, végül azonban erről nem született megállapodás.

A Mal a vörösiszap-katasztrófa óta jelentős likviditási nehézségekkel küzd: a katasztrófával közvetlenül összefüggő költségek 3,5 milliárd forintot tettek ki, 2,5 milliárd forint kiadás az üzemzavar miatt keletkezett, míg további 3 milliárdot a bankok vontak ki a cég finanszírozásából. A cég tetemes,

mintegy másfélmilliárd forintos tartozást halmozott fel a Bakonyi Erőmű Zrt.-vel szemben. Emiatt a kormány tárgyalási ajánlatot tesz az erőmű megvásárlására – közölte egy hete a Kormányszóvivői Iroda. A tájékoztatás szerint a kormány megtárgyalta a Mal Zrt.-vel kapcsolatban kialakult helyzetet és a Bakonyi Erőmű Zrt. felé fennálló tartozások kérdését. „A kormány számára kiemelten fontos az érintett munkahelyek megőrzése, valamint a térség – Ajka városa – fűtésének biztosítása, éppen ezért amellett, hogy a probléma kezelésére a kormány egy munkacsoportot állított fel az érintett tárcák részvételével, vételi tárgyalási ajánlatot is tesz a Bakonyi Erőmű kapcsán” – írták. A Mal Zrt. a KPMG által elvégzett vagyoneértékelés szerint jelenleg több mint 20 milliárd forintot ér, a térség legnagyobb munkáltatójaként a beszállítókkal együtt 5-6 ezer embernek ad munkát.

MTI 2012. szeptember 20.

### Nagy Gyula várpalotai festőművészre emlékeztünk (1922-2012)

Várpalotán aug. 9-én múlt kilenc évtizede, hogy megszületett sokgyermekes családban, paraszt-, munkás-, bányász-környezetben Nagy Gyula várpalotai festőművész.

Édesanyját korán elveszítette. Igen nehéz körülmények között nőtt fel. 12 évesen inasnak adták, dolgoznia kellett, majd festő-mázoló szakmát tanult. Legkedvesebb azonban a rajzolás, a festegetés volt számára, és ha tehette, legszívesebben ezzel foglalkozott. Művészi hajlamát, tehetségét tanítója, Benkő Béla ismerte fel, akinek biztatására pályázott a Képzőművészeti Főiskolára, ahová egyhangú határozattal 1941-ben felvették. 1942-43-ban Firenze város ösztöndíjasa, amit Önarcképének köszönhet, amivel a város nagydíját nyerte el. Itt is diplomázott. 1941-től 1948-ig – tanulmányai idején – mind Várpalota községtől, mind a Várpalotai Bányák dolgozóitól anyagi támogatást kapott.

Erős, elszakíthatatlan szálakkal kötődött emberileg is, művészileg is a várpalotai tájhoz, a bányászok, a munkások nehéz, küzdelmes életéhez. Házasságkötését követően Várpalotán telepedett le, itt élt haláláig.

A mester nem felejtette el, hogy tanulmányai során a nehéz esztendőkből a várpalotai bányászok segítettek, és a bányászok biztosítottak anyagiakat tanulmányainak befejezéséhez is.

Pályája kezdetén első dolga az volt, hogy meghálálja mindazt, amit érte tettek. 1948-1954 között festett nagyméretű faliképeken, pannóján mutatta be a bányászok régi küzdelmeit és az akkori életüket. Ez a kép az első igazi nagy munkája volt, melyhez igen sok tanulmányt, ceruza- és szénrajzot készített. Évekig foglalkoztatta a téma, és arra törekedett, hogy minél valóságosabban, minél igényesebben oldja meg a feladatot. Ez a hatalmas mű azoknak az éveknek egyik legjobban sikerült falfestménye volt.

A *Szentér* című képét – mások mellett – 1963-ban Berlinben kiállításon láthatták. A kor jellegzetes bányászarcát láthatjuk viszont képein. Így: a *Bányászfű*, *Fiatal bányász*, *Ifjú bányászok* és a *Kiránduló bányászcsalád*, a Várpalotai bányászok: *Korom Sándor*, *Schönig Hermann* bányászok (mindkettő megrendelésre készült), *A családi ünnep* vagy *A vájár*, *A bányakovács* és több szén-, tusrajz és rézkarcát említhetném. Pl. a: *Bányász a lámpával*, *Felíró*, *Csillét toló bányász*, *Álló bányász*, *Felügyelő* stb.

Aki a várpalotai helytörténeti gyűjteményt felkereste, a bejáratától balra láthatta azt az 1953-ban készült olajképét, ami az egykori várpalotai bányauzemet ábrázolja. Úgy gondolom, ez is egy olyan szemléletes kordokumentum, ami meghatározó és a helyi bányászok történetére is utal.

Rendszeresen készített ipari tárgyú képeket a környéken.

A várpalotai, halimbai, nyirádi bányák és az inotai, pétfürdői ipari létesítmények folyamatosan kínáltak témát műveikhez.

Képei az országban sok helyütt megtalálhatók, az ötvenes-hatvanas években készült alkotásait a Képcsarnok Vállalat értékesítette. Veszprémben és Dudaron volt megtalálható két-két festménye. Másutt a Széntér (Berlinben állították ki) és Leszállás előtt a bányában c. munkája található. A Faller Jenő Szakképző Iskola is mintegy 33 db festményt őrzött.

Az „A magyar bányászat évezredes története” c. mű III. kötetében található katalógus szerint 6 festményét és 10 grafikáját őrzik.

Munkásságát 1963-ban *Egry József-díjjal* ismerték el.

Mi várpalotaiak, egykori bányászok, más iparban foglalkoztatottak, azok utódai, polgárok különösen hálásak lehetünk neki, ugyanis sok szép és helytörténeti értékkel felérő festménnyel állított emléket, ami településünkkel kapcsolatos. A képekből érezhetjük a művész tiszteletét és megbecsülését az itt élők iránt. Méltó arra, hogy ezen a napon is felidézzük emlékét és munkásságát.

Amennyiben élne, 90. születésnapján köszönhetnénk, így a mai napon sírja előtt fejet hajtunk.

*Petrovics László, ny. tanár*

### Megemlékezés egy zobáki csillénél

Több mint tíz éve találkozunk a komlói kőszénbánya egykori műszaki dolgozóival annál a vagonettnél, amelyet a bezárt zobáki aknáktól hoztak el egy hosszúhetényi családi ház kertjébe. Ez a szállítóeszköz állt 2000. január 31-én a bányabezárási ünnepségen az aknarakodón, ráírva a Zobák Bányazomból kitermelt szén összes mennyiségét, a 17 345 000 tonnát.

2012. szeptember 28-án pedig ennél a csillénél emlékeztek



nemcsak erre az eseményre, hanem az akkori vezetőre, *Reszler Zoltánra* is. Ismét felelevenítették a közel egy éve elhunyt igazgató személyiségét. Képzettségére, tekintélyére jellemző, hogy a bányabezárás sikeres levezénylése után ő lett a Pannonpower Holding vezérigazgatója.

A Bányászhimnusz elénekzése után *dr. Turza István* okl. bányamérnök – aki a kőszénbányánál *Reszler Zoltán* közeli munkatársa volt – emlékező és méltató szavai után *Halmos Gábor* akkori osztályvezető idézte fel a kiemelkedő vezető tevékenységét az erőműnél, és el nem évülő érdemeit a zöld energiát termelő energetikai blokk beindításában. A tisztelegésen részt vett a Pannonpower Holding részéről *Péterffy Attila* energetikai igazgató.

A résztvevők ezt követően beszélgetéssel és egy finom ebéddel zárták a napot.

*Dr. Biró József*

## Külföldi hírek

### Az EU műholdas navigációs programja

Az Európai Unió (EU) globális navigációs műholdrendszerének (GNSS) Galileo alrendszere (GSA) a tervek szerint 2014 vége előtt kezdi el működését és a szolgáltatások nyújtását – jelentette ki *Antonio Tajani*, az Európai Bizottság alelnöke Prágában, amikor megnyitotta a GNSS Galileo programjának új hivatalos központját. A rendszer teljes értékű és méretű működése várhatóan 2019 végén, 2020 elején indul be.

A GNSS két programból áll, az Egnosból és a Galileoból. Az Egnos olyan regionális rendszer, amely a GPS-jeleket használja újra, és további jelekkel javítja a műholdas navigáció teljesítményét, míg a Galileo legalább 27 műhold és az ehhez kapcsolódó földi irányító infrastruktúra összessége, amelyet a '90-es évek közepén indított az Európai Unió és az Európai Űrügynökség (ESA) azzal a céllal, hogy a jelenleg létező amerikai GPS és orosz GLONASS helymeghatározó rendszerekkel szemben egy katonai ellenőrzés nélküli, kifejezetten polgári célokra tervezett világméretű műholdas helymeghatározó rendszer jöjjön létre.

A Galileo rendszer már 2014 végén jelentősen javítja a helymeghatározó GPS-jelzések minőségét, az összesen 30 tervezett műhold közül ekkorra már legalább 18-nak Föld-körüli pályán kell lennie. Jelenleg a rendszernek csak két műholdja van, október első felében pedig további kettőt bocsátanak fel.

A Galileo program által létrejövő európai GSA-rendszer szakértői számítások szerint sokkal pontosabb lesz, mint az ismert amerikai GPS-rendszer. Míg a GPS-nél az eltérések oly-

kor több tíz métert is kitehetnek, a GSA-nál ez állítólag mindössze néhány tíz centiméter lesz.

*MMK Hírlevél 2012. 09. 07. (MTI)*

*PT*

### Szénélgázosítás Kínában

A *Linc Energy* és a *Golden Concord Group* (GCL) leányvállalata közös vállalkozásra készül, hogy létrehozzák az első föld alatti szénélgázosító (underground coal gasification – UCG) üzemet Kínában, mely gázt azonnal cseppfolyósítják (gas to liquids – GTL) is. A kiválasztott terület egy nagy szénmező Belső-Mongóliában. Az előfordulásra vonatkozó alapvető adatok rendelkezésre állnak, és a fúrásokat és az engedélyeztetéseket a szerződésmegkötés után azonnal megkezdik a mielőbbi termelésbe állítás érdekében.

A *Linc* cég általánosan ismert és jelentős szén-, olaj- és gázlelőhelyekkel rendelkezik, és az UCG technika világszintű vezetője. Ez az eljárás szintézisgázt termel, ami a kereskedelmi energiák (elektromos energia, motorhajtó anyagok) alapanyaga lehet. A *Linc* építette és helyezte üzembe a világ egyetlen föld alatti szénélgázosító, majd ebből szintetikus dízelolajat készítő üzemét (UCG to GTL) Queensland-ben, Ausztráliában. Ugyancsak a *Linc* a tulajdonosa a világ egyetlen ipari méretű föld alatti szénélgázosító (UCG) üzemének, a *Yerostigaz*-nak Üzbegisztánban, amelyik 50 évig termel szintézisgázt villamos erőmű számára.

*Asia Miner hírlevél 28 – www.lincenergy.com.au*

*PT*



## Gyászjelentés

*Gaál Sándor* bányatechnikus 2012. augusztus 23-án, életének 85. évében Salgótarjánban elhunyt.

*Soltész István* okl. kohómérnök, az OMBKE tiszteleti tagja, volt elnöke, volt kohó- és gépipari miniszter 2012. szeptember 15-én, életének 85. évében Budapesten elhunyt.

*Gurin Ferenc* bányatechnikus 2012. szeptember 20-án, életének 92. évében Sárísa pón elhunyt.

*Dr. Alpár Gyula* okl. bányamérnök 2012. szeptember 22-én, 85 éves korában Budapesten elhunyt.

*Kovács János* okl. bányagépészmérnök 2012. október 15-én, 84 éves korában Jászberényben elhunyt.

*Dr. Karácsony László* okl. bányagépészmérnök 2012. október 28-án, 72 éves korában Gárdonyban elhunyt.

(Tagtársaink életútjáról későbbi lapszámunkban fogunk megemlékezni.)

### Szabó László (1927–2012)

2012. április 1-jén Tatabányán, élete 85. évében meghalt *Szabó László* aranyokleveles bányamérnök.

1927. június 25-én született Tiszakécskén. Középiskolai tanulmányait a kiskunfélegyházi gimnáziumban végezte, az érettségi után a Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karán 1947-ben kezdte meg egyetemi tanulmányait, de 1949-ben a Soproni Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karára iratkozott át, ahol 1953-ban szerezte meg bányamérnöki oklevelét. 1961-ben bányaiipari gazdasági mérnöki, 1976-ban rendszerszervezői oklevelet szerzett.



Az egyetem elvégzése után házasságot kötött *Mogyoróssy Katalinnal* és Tatabányán vállaltak munkát. Termelő üzemből kezdte meg szakmai munkáját a XIV. aknában beosztott mérnöként. 1954. július 1-jén nevezték ki a Síkvölgyi bányauzem főmérnökévé. Az üzemi munkát felelős beosztásokban a vállalat központja követte, 1960. január 15-től a beruházási osztály csoportvezetője, majd a bányaművelési osztályon területi főmérnöki beosztást látott el. 1967. november 1-jétől az igazgatási főosztály vezetője, 1977. január 1-jétől a vállalat szociális igazgatója, 1980. szeptember 1-jén a vállalat kereskedelmi vezérigazgató-helyettese lett. A Tatabányai Bányánál 1984-ig, ezután a Magyar Szénbányászati Tröszt utódszervezeteinél dolgozott, a Bányászati Információs és Számítástechnikai Társaságnak, majd a Bányászati Egyesülésnek volt az igazgatója.

1989. decemberében, szívinfarktus után vonult nyugdíjba, a magyar bányászatban eltöltött 35 év szolgálat után.

Munkássága alatt zajlott le Tatabányán a bányászok korszerűsítése szinte minden területen, a biztosításban, a jövesztésben, a munkavédelemben, a vízvédlemben. Ebben az időszakban zajlott le a felkészülés a bányászat utáni időszakra, a vállalat diverzifikálása, új iparágak megteremtése a vállalatnál, a vállalat irányítási módszereinek és érdekeltségi rendszereinek korszerűsítése. Részes volt a tatabányai és a hazai szénbányászat a múlt század '60-as éveiben elért csúcsideszakának, de munkássága második fele már a visszafejlesztés, hanyatlás korszakára esett. Ez a korszak azonban számára nagy szakmai kihívást jelentett. Nagy érdemeket szerzett a vállalat korszerűsítésében. Nevéhez fűződik az akkor még forradalminak tekinthető számítástechnikai fejlesztés elindítása, amely végeredményként hazánk szénbányászatában elsőként, de számos más hazai nagyvállalatot is megelőzve korszerű számítógépközpont létesült a Tatabányai Szénbányánál, és a számítástechnika gyakorlati alkalmazása a vállalat irányításának részévé vált. Egyike volt azon előrelátó tatabányai vezetőknél, akik már a '60-as években látták a tatabányai bányászok „végét”, és szorgalmazta a vállalat tevékenységi körének kiszélesítését. Ennek eredménye az akkor „szélen kívüli tevékenységnek” nevezett ágazatok megszervezése és felfuttatása, amely a '70-es években már közel 50%-át képezte a vállalat profiljának. A terület kereskedelmének irányítójaként számos újítást vezetett be, így magas színvonalra emelte az akkor még egyáltalán nem mindennapos termelővállalati reklám tevékenységet. A kis, de legendás Villám sokszorosítót az akkori kor követelményeinek megfelelő színvonalú nyomdává fejlesztette, megteremtve a reklámkiadványok, reklámfilmek háttérét.

Sokat tett azért, hogy a nehéz fizikai és szellemi erőfeszítést végző bányászok számára élhető környezetet teremtsen a vállalat. Ezt szolgálta a vállalati üdülőhálózat, a bányászfürdő és más, az egészséget, regenerálódást szolgáló tevékenységek kiépítése és működtetése.

Egyike volt azoknak, akik a '70-es évek közepén létrehozták a Bányásznap méltó megünneplésének új kereteit, az igényes népművészeti vásárt, a kultúra bevonását a tömegek szórakoztatásába. Autodidakta módon széles ismeretekre tett szert az irodalom, a képzőművészet, a történelem területén.

A munkából való visszavonulása után továbbra is aktívan szolgálta a bányászatot. Egyesületünknek az első egyetemi éve, 1949 óta tagja volt, és a tatabányai csoportnak is alapítója. A helyi szervezetben végzett több évtizedes munkáján túl több éven keresztül tagja volt az OMBKE történeti bizottságának. Kezdetől kurátora a Tatabányai Bányász Hagyományokért Alapítványnak. Egyik szervezője volt a vállalat centenáriumi ünnepségsorozatának. Szerzője, szerkesztője számos, a tatabányai bányászattal foglalkozó kiadványnak. Különösen fontos a Bányászat a képzőművészetben, a helyi alkotók bányász témájú alkotásairól készített album. Emlékeztet a Volt egyszer egy tröszt címmel a vállalat dokumentumaiból szervezett kiállítás. Rendszeresen közreműködött a Szabadtéri Bányászati Múzeumban tartott tárlatvezetésekben. A bányászatért végzett évtizedes eredményes munkásságát Tatabánya város *Ezüst Turul-díjjal*, a Tatabányai Bányász Hagyományokért Alapítvány *Szent Borbála-díjjal* ismerte el. Munkásságát egyesületünk *Sóltz Vilmos- és Péch Antal-emlékérem* adományozásával ismerte el.

Fokozatosan vonult vissza a közélettől, utoljára az egyesületünk tatabányai szervezetének alapítása 50 éves ünnepségén tartott emlékeztető visszaemlékezést, de egy kis, egyre szűkülő csapattal mindvégig tartotta a kapcsolatot. Bár a következő találkozón már nem lesz jelen, emlékét, szellemiségét ez a kis csapat és az egész tatabányai bányásztársadalom megőrzi.

*Szabó László* halk szavú, fegyelmezett ember volt. Nem akart a társaság központja lenni, mindenhez hozzászólni, amit azonban fontosnak tartott, mindig elmondta. Ha megszólalt, szakmai, kulturális kérdésekben, véleménye mindig mérvadó volt. Munkáséletével, magánéletével példát mutatott, hogy a munkával megtermelt anyagi javakat hogyan kell tartalmas célokra fordítani. Mindvégig ugyanazon munkahelyen, a tatabányai bányászatban, a magyar bányászatban dolgozott.

Szűk családi körben volt a búcsúztatása. A munkatársak, barátok, a tatabányai bányásztársadalom lélekben mondott Utolsó Jó Szerencsét!

*Dr. Csizsár István*

## Mikus István (1938–2012)

A tatabányai bányásztársadalom megdöbbenve fogadta a hírt, hogy *Mikus István* okl. bányamérnök, a Tatabányai Szénbányák nyugalmazott üzemvezetője 2012. május 5-én váratlanul elhunyt.



*Mikus István* 1938. január 10-én született ikertestvérével Szolnokon. A család nagyon szegény sorban élt, az apa napszámos, az anya cseléd volt. Martfű szélén, egy tanyaán élt a család évekig. Az anya onnan szervezte meg a falu építését, és az első ház a faluban az övék volt, ahová 1950 derekán költözhetek. A két testvér együtt járta ki az általános iskolát, nagyon jó tanulóként. Az iskola elvégzése után a Martfűi Tisza Cipőgyárban dolgoztak. Szabadidejükben beutaztak Szandaszőlősrre, ahol hobbijuknak, a vitorlázó repülésnek hódoltak. A cipőgyári évek után a két testvér útja kettévált.

*Mikus István* vājártanulónak jelentkezett Oroszlányba. Munka mellett levelező tagozaton a tatabányai Péch Antal Aknászképző Iskolát végezte sikeresen. A technikum elvégzése után Tatabányára jött dolgozni 1964-ben, ugyanekkor jelentkezett a Miskolci Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karára, amelyet 1970-ben sikeresen elvégzett.

1970 és 1981 között a Tatabányai Városi Pártbizottságon dolgozott, mint titkár. Ebből az időből az Ő nevéhez köthető a Turul hegyen lévő bányász emlékmű (aknatorony), amelyet később *Ranzinger Vincéről* neveztek el.

1981-ben a Nagyegyházi Bányüzem egyik vezetője lett. 1982-ben átkerült a Mányi akna üzemvezetőjének, mely munkakörben 1987-ig dolgozott. 1987-ben kinevezték a Vértessomlói Külfejtés és a két Tatabányai Vízakna üzemvezetőjének, mely munkaköröket 1993-ig, nyugdíjba vonulásáig töltötte be.

Nyugdíjba vonulása után két kedvenc időtöltésének élt, az egyik a kis unoka nevelése, a másik a héregi hétvégi háznál kertészkedés, szőlőművelés. 2011-ben, 49 évi boldog házasság után elvesztette feleségét, amit nem tudott fel dolgozni.

2012. május 16-án több száz tisztelője és munkatársa búcsúztatta a Tatabányai Újtelepi temetőben. Mi pedig utolsó bányászköszöntéssel búcsúzunk. Jó szerencsét!

*Takács Péter*

## Veszprémi József (1931–2012)

Fájó szívvel vettük tudomásul a hírt, hogy *Veszprémi József* okl. vegyészmérnök, okl. környezetvédelmi mérnök 2012. április végén elhunyt.



Veszprémi József

1931-ben Kisbéren született. Apja kereskedőként és nyomdászként dolgozott, anyja parasztleány volt. Szerény, de biztos körülményeket teremtettek a saját megélhetésükre és két fiúgyermekük számára. József elemi iskoláit Kisbéren végezte, kitűnő eredménnyel, majd Székesfehérváron érettségizett a Közgazdasági Szakközépiskolában 1951-ben.

Egyetemi tanulmányait a Veszprémi Vegyipari Egyetemen folytatta, 1956-ban végzett az ásványolaj- és szénfeldolgozó ipari szakon. A szülei biztosította támogatást a tanulás mellett végzett munka keresményével egészítette ki. Munkaszervezői képességét azóta is számosan emlegetik évfolyamtársai közül.

Szakmai pályafutását ugyanebben az évben Sztálinvárosban, a Dunai Vasmű Szénmosó és Szárító Üzemében kezdte meg, műszakas mérnökként. Két és fél év múlva ki nevezték üzemvezetővé.

1964-ben Tatabányára került a Szénbányák Vállalathoz, ahol a szénbányászat visszafejlesztése hatásainak ellensúlyozására létrehozott Szélen Kívüli Tevékenység Kutató Részleg kutatómérnöke lett. Itt ásványelőkészítéssel és finom iszapok szűrésével foglalkozott. Későbbiekben a kutatási témái közé kerültek az ipari szennyvizek tisztítása, a vízelőkészítés és az állattartó telepek szennyvízeinek tisztításai is.

1976-ban a Veszprémi Vegyipari Egyetemen környezetvédelmi szakmérnöki diplomát szerzett.

1978-ig részben fejlesztő mérnökként, majd az Ásványdúsítási Részleg főmérnökeként dolgozott. 1979-től az új beruházásként épülő Nehézsuszpenziós Szénmosó vezetőjeként dolgozott, nyugdíjazásáig.

Szakmai pályafutása során számos nagy ipari létesítmény és beruházás létrehozásában vett részt, illetve vezette azok létrehozását. Külföldi technológiákat adaptált és saját fejlesztésű technológiákat értékesített külföldre, számosat közülük a nyugati piacra. Számos kitüntetést kapott, de legbüszkébb az egyszerű munkásemberek szeretetére volt, melyet igencsak kiérdemelt. Szerették beosztottai, mert szigorúsága mellett igazságos volt, és a végsőkig kiállt munkatársai mellett.

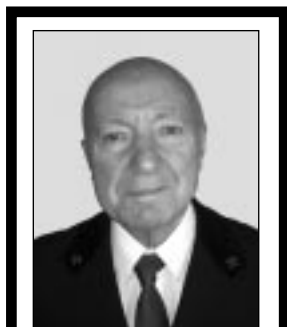
Sokoldalú ember volt: NB-I-ben kézilabdázott, majd bíróként tevékenykedett a sportban, de kerített időt a kertészkedésre is, melyet szintén magas színvonalon űzött. Fontosnak tartotta a barátságot, melyet a volt egyetemi társakkal és a munkatársakkal is mindvégig megtartott. 1978-tól volt az OMBKE tagja.

Három fiúgyermeket nevelt szigorú, de féltő gondoskodással, velük együtt hét unoka és két dédunoka gyászolja a Papát, mint ahogy a volt kollégák, barátok is ezt teszik. Nyugodj békében! Utolsó Jó szerencsét!

*Dörömbözy Béla*

## Gergő György (1932–2012)

Hosszú betegség után, a gyengülve működő testben élénk szellemmel hagyott itt bennünket *Gergő György* aranyokleveles bányamérnök.



Gergő György

Pécsett, 1932. december 1-jén született. Édesapja gázmérgezés következtében 1944-ben hunyt el. Elemi iskoláit Pécs-Gyárvároson járta ki. Polgári iskolát végzett, majd a vizsgákat két év alatt teljesítve Kaposváron érettségizett. 1951-ben szakérttségis hallgatóként került a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemre. 1956-ban Sopronban végzett bányamérnökként. Munkája mellett folyamatosan továbbképezte magát. Munkavédelmi szakmérnöki oklevelet szerzett, és több továbbképzésen fejlesztette elméleti ismereteit.

Bányamunkáját a MESZHART-nál kezdte, 16 évesen, 1948 decemberében. Az egyetemi évek után is a mecseki területen maradt. Váasbányán lett körletvezető, majd 1958-59-ben Pécsbányán bányamester-helyettes. 1959-ben ismét Váasra helyezték szellőztetési és robbantási vezetőnek. 1961-től 1970-ig ugyanitt aknavezető, 1970-től 1980 júliusáig főmérnök. Ezt követően 1984 közepéig Bétabányán üzemvezető. Munkáját a Mecseki Szénbányák igazgatóságán folytatta, mint műszaki-gazdasági tanácsadó, főmunkatárs, később pedig, 1989. év végi nyugdíjazásáig, mint létesítményi főmérnök.



Bétabányai működése alatt, saját ötletéből szabadalmat dolgoztak ki a nagynyomású sűrített levegővel működő többrobbanófejes jövesztésre. A szabadalmat több országban (Csehszlovákiában, Spanyolországban, Törökországban) is alkalmazzák, ahol *Gergő György* – állományon kívül – a vállalat rendelkezésére állt a szabadalom bemutatásában és értékesítésében. A szabadalom kidolgozásának elismerésül megkapta a *Kiváló Újtó* és a *Kiváló Feltaláló Érdemérem* arany fokozatát. A találmányt a Mecseki Szénbányák által alapított és később privatizált 2M Kft. sikerrel alkalmazza külföldi munkái során.

Többszörös *Kiváló Dolgozó* volt. Megkapta a *Bányász Szolgálati Érdemérem* minden fokozatát és a *Munka Érdemérmét*. 28 évig aktív bányamentőként működött, és 16 évig Vasas Bányáüzem bányamentő parancsnoka tisztét is betöltötte.

60 éves OMBKE-tagsága alapján 2011-ben *Sóltz Vilmos-emlékéremben* részesült.

A Pécs-vasasi területen, ahol családjával lakott, aktív társadalmi életet élt; öt alkalommal választották meg Pécs-Vasas tanácstagjává.

2012. augusztus 24-én hunyt el. 2012. szeptember 11-én a Pécsi Köztemetőben *Tóth Mihályné* volt önkormányzati vezető búcsúztatta. Bányáslámpák fénye mellett családja, kollégái és nagyszámú tisztelője a Vasasi Bányászzenekar hangjai mellett kísérték utolsó útjára.

*Dr. Biró József*

### **Dr. Juhász András (1930–2012)**

*Juhász András* 1930. március 10-én, Sajósenyén született négygyermekes földműves családban. Apja I. világháborús hadirokkant, ezért a fiatal fiú korán megismeri a munka világát. Iskoláit a szomszédos Sajóvámoson végzi, majd ösztöndíjjal a miskolci Fráter György Gimnáziumban folytatta, 1950-ben érettségizett kitűnő eredménnyel.



**Dr. Juhász András**

Sopronban 1954-ben szerezte meg bányageológus mérnöki diplomáját. Az egyetem elvégzése után rövid ideig a Dorogi Szénbányászati Tröszt hidrogeológusa. Fiatal mérnökként már 1955. december 15-én kinevezték a Borsodi Szénbányászati Tröszt főgeológusának. Később a Borsodi Szénbányák Vállalat főgeológusaként évtizedeken át a bányavizekkel, valamint a karsztokkal és a karsztvizekkel foglalkozott, és e tárgykörökben számos jelentős tanulmányt is publikált. Főgeológusként feladata volt a bányáüzemi geológiai szolgálat megszervezése, az ásványvagyon-gazdálkodás irányítása, a bánya-vízvédelmi feladatok megoldása, a földtani kutatási tevékenység összehangolása a vállalat hosszabb távú bányaművelési elképzeléseivel. Ebben a beosztásában vált a borsodi medence legavatottabb, legtapasztaltabb földtani szakemberévé, s innen ment nyugdíjba is 1990 decemberében. Munkáját nyugdíjazása után vállalkozóként is tovább folytatta, óriási ismeretanyagára támaszkodva több külfejtéses szénbánya kutatási ter-

vét és zárójelentését készítette el.

1961-2001 között a Miskolci Egyetem meghívott előadójaként geológus- és bányamérnök-hallgatóknak hidrogeológiát, karszthidrologiát, majd szilárdásvány-kutatást oktatott. A földtudomány kandidátusa tudományos fokozatot annak megvédése után, 1965-ben nyerte el. A magyar tudományos élet számos (65) dolgozatát, közleményét tartja számon a borsodi szénmedence földtani viszonyai, a hidrologiai jellemzői, a szerkezeti bonyolultság vizsgálata, az ásványvagyon-gazdálkodás területéről. 1973-ban címzetes egyetemi docensi címet kapott. Hosszú ideig állandó meghívottja volt a Miskolci Egyetem Földtani Intézete államvizsga bizottságának. 1970-1979 között az MTA Föld- és Bányászati Osztálya tevékenységéhez kapcsolódóan a tudományos bizottságok tagjaként tevékenykedik, részt vállalt a MTA Miskolci Akadémiai Bizottság Földtani Munkabizottságában is.

Jelentős szerepet vállalt a szakmai közéletben is, úgy országos, mint regionális szinten. A Magyar Hidrológiai Társaság munkájába 1957-ben kapcsolódott be. A nagymiskolci csoportban ellenőr, majd 1961-ben a karsztvízkutató szakosztály elnöke lett. Vezetése alatt a feltáró gyakorlati munkák mellett a rendszeres karsztvíz-megfigyelések és a karsztvíz járatok összefüggéseinek tudományos feldolgozása irányába indultak el. Első ízben foglalkoztak a Bükk egy részén a felszín alatti (karszt) víztározás lehetőségének vizsgálatával. Megállapították Miskolc termálvizeinek és a Borsodi Szénbányák vízgyűjtő területének felszín alatti vízkészletét. 1968-tól a Magyar Hidrológiai Társaság egyik alelnöke, amely tisztségét 1990-ig tölti be. Vezetőként részt vett a fiatal hidrogeológusok találkozájának megszervezésében. Tagja volt a vezetőség 1977-ben létrehozott szerkesztő bizottságának, és 1978-ban a bányavizekkel foglalkozó tudományos munkabizottságnak is.

Részt vett a Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat 1958. évi újjászervezésében. Ott egészen nyugalomba vonulásáig mint társelnök, szakosztályelnök, elnökségi tag és az érem bizottság tagja tevékenykedik. 1970-ben a

miskolci szakosztály elnökévé választják. A társulati tevékenységéért 1972-ben *Herman Ottó-érmet*, 1985-ben pedig *MTESZ-díjat* kapott.

A Magyarhoni Földtani Társulat (MFT) Észak-magyarországi Területi Szervezete 1961. október 12-én alakult meg, ekkor rögtön beválasztják annak vezetőségébe. Később elnöke lesz, először 1972-ben, majd 1991-1997 között, 1997-től pedig tiszteletbeli elnök. Az MFT társelnöke is volt, a választmányának pedig több ciklusban tagja, később Tiszteleti Tag. 1972-ben megkapta a *Társulati Emlékgyűrt*, 1994-ben a *Pro Geologia Applicata-emlékérmét*.

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület munkájában 1965 óta vesz részt. A Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Mérnök Kamara örökös tagja.

Munkája elismerésének jeléül többek között megkapta a *Bányászat Kiváló Dolgozója* (1958), a *Földtani Kutatás Kiváló Dolgozója* (1963), a *Vízgazdálkodás Kiváló Dolgozója* (1977) kitüntetések. 2003-ban az MTA Arany János Közalapítvány Szakkuratóriuma *Kvassay Jenő-díjban* részesítette.

Családját szerető, öt gyermeket nevelő, csendes, kissé magába forduló, tudós típusú embernek ismertük meg, akit már fiatal kora óta Bandi bácsinak szólítottak. Egészségi állapota már évek óta fokozatos visszavonulásra kényszerítette, és ritkábbakká váltak a személyes találkozások is. Rövid betegség után 2012. augusztus 3-án hunyt el. Búcsúztatója református szertartás szerint 2012. augusztus 13-án volt az avasi református nagytemplomban. A szakma, a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kara és a Magyarhoni Földtani Társulat nevében *dr. Földessy János*, a Magyar Hidrológiai Társaság nevében pedig *dr. Fázold Ádám* búcsúztatta a nagylétszámú család, a rokonság, sok-sok ismerőse, barátja, szakmabeli kollégája és tisztelője előtt. Koporsóját a Bányászhimnusz mellett helyezték örök nyugalomra.

*Dr. Földessy János* búcsúbeszédéből idézve: „A szénbányászat, amelyhez annyi szállal kötődött, és ami húsz év óta visszavonulóban van, ma az újjáéledés jeleit mutatja. Így bizonyos, hogy munkái, életműve újra előtérbe kerül, neve és tevékenységének maradandó értékei remélhetően még évtizedekig összekapcsolódnak majd a borsodi szénmedence megújulásával.” Kedves Bandi bácsi, nyugodj békében!

Kiss Péter

## Jenet Mihály (1933–2012)

2012. szeptember 10-én, Tapolcán súlyos betegségben, de mégis váratlanul elhunyt *Jenet Mihály* okl. bányamérnök.

1933. augusztus 10-én, Balmazújvárosban született. Miskolcon érettségizett 1952-ben. 1957-ben kapott bányaművelő mérnöki oklevelet. 1975-ben a Marx Károly Közgazdaságtudományi Egyetemen szerzett ipari közgazdász-mérnök diplomát.



Jenet Mihály

1957-58-ban a Bányászati Aknamélyítő Tröszt borsodi körzeténél mint aknász, majd Alberttelepen üzemvezető-helyettesi beosztásban dolgozott. Közben az 1958-59-es tanévben a Miskolci Bányaiipari Technikumban bányamérést tanított. 1959 szeptemberében a Borsodi Szénbányászati Tröszt ormosbányai üzeméhez került beosztott bányamérnöknek. 1961-ben Fekete völgy II-es akna aknafőmérnökévé nevezték ki. Itt dolgozott 1965-ig, majd a Bakonyi Bauxitbánya Vállalathoz került. Az 1965-69. években Malomvölgy és a Darvastó kísérleti üzemek, majd Halimba II. Bányauzem üzemvezetője volt. 1969-től a Bakonyi Bauxitbánya Vállalat központjában kiemelt mérnöki munkakört kapott. 1971-től 1993. augusztus 30-ig – a nyugdíjazásáig – a terv-statisztikai osztály vezetője volt.

36 éves bányamérnöki és közgazdász-mérnöki tevékenységének néhány területe: aknamélyítőknél a függőleges aknatorony összeszerelése, felállítása, nagyszelvényű vágatok vizes körzetekben történő kivitelezése; Ormosbányán a kétpados frontfejtések tapasztalatainak gyűjtése; Fekete völgyön a külszíni vízveszély elhárításához kapcsolódó munkák, valamint az V. telepi frontfejtések főte-víztelelenítési és acéltámasz biztosítási feladatai. A bauxitbányászatban 1987-ig a töretlen fejlesztésben való részvétel, később a vállalat tervezési munkáinak összefogása, 1988-tól a termelés visszafejlesztéséhez kapcsolódó – termékszetszerűleg nehezebb – vállalati tervek készítése.

Szakmai és társadalmi tevékenységéért *Kiváló Bányász*, a *Bányászati Szolgálati Érdemérem* bronz, ezüst, arany, a *Haza Szolgálatáért Érdemérem* ezüst, arany, a Veszprém Megyéért *Kitüntető Jelvény* ezüst fokozatát kapta, *Kiváló Dolgozó* kitüntetést három alkalommal kapott, valamint megkapta a Bányászati Szolgálati Oklevél fokozatait.

Az OMBKE-nek 1953-tól volt tagja, a helyi rendezvények mindig aktív résztvevője. Az egyesület 40, ill. 50 éves tagságáért *Sóltz Vilmos-emlékéremben* részesítette.

Temetése kívánsága szerint szűk családi körben történt. Volt kollégái, tagtársai nevében ezúton búcsúzunk, emlékéket megőrizzük! Utolsó Jó szerencsét!

PT

## Kozma Lajos (1930–2012)

Szeptember 18-án a tapolcai régi temetőben felesége, rokonai, számos volt munkatársa és ismerőse búcsúzott a 82 évet betöltött *Kozma Lajos* bányatechnikustól.



**Kozma Lajos**

1930. augusztus 10-én bányászcsaládba született Mecsekszékfalvi községben. A polgári iskolát Pécsen végezte. Közben már 1946-tól – fiatal korának megfelelő munkakörben – Komlón bányamunkát végzett. Innen került Tatabányára, az Aknászképző Technikumba. A képesítés megszerzése után 1953. június 9-től a Halimbai Bauxitbánya Vállalatnál – 1957-től Bakonyi Bauxitbánya Vállalat – dolgozott nyugdíjazásáig, 1986. november 30-ig.

Munkába állása után aknász, főaknász, Halimba-Cseresben üzemvezető-helyettes beosztásai voltak, közben 1959-től 1961-ig a szőci bányák (Határvölgy-Szárhegy-Dorottya) üzemvezetője volt, majd 1969-től beruházási főosztályvezető-helyettes. 1980-tól főbányamester volt nyugállományba vonulásáig.

Hamvainál *Frang István* mondott meghatározó gyászbeszédet, méltatta emberiességét, őszinte emberi magatartását. Az urnaelhelyezésnél volt munkatársai és az OMBKE tapolcai csoportjának tagsága nevében *Orbán Tibor* köszönt el. Emlékezett, emlékeztetett Kozma Lajos munkaszeretetére, bányásztársaival való szolidáris érzésére, társai

munkájának megbecsülésére.

Kozma Lajos az OMBKE-nek 1956-tól volt tagja, a helyi szervezet rendezvényeinek aktív résztvevője. 40 és 50 éves tagságakor megkapta a *Sólyk Vilmos-émlékérmeket*.

Munkájáért több kitüntetésben részesült. Többszörös *Kiváló Dolgozó*, a *Veszprém Megyéért ezüst fokozat*, a *Bányász Szolgálati Érdemérem fokozatai*, a *Szakszervezeti Munkáért arany fokozat* tulajdonosa.

Bányásztársai, munkatársai a sírnál elénekelték a Bányászhimnuszt, majd *dr. Pataki Attila* szőlóban a bányász gyászhimnuszt, és 1-1 szál virággal vettek búcsút és mondtak *utolsó Jó szerencsét*.

*Orbán Tibor*

## Bolyky Zoltán (1944–2012)

*Bolyky Zoltán* okl. bányamérnök, okl. rendszerszervező, hites bányamérő életének 69. évében tragikus hirtelenséggel elhunyt.



**Bolyky Zoltán**

1944. június 19-én született Tatabányán. Bányamérnök édesapja munkahelyeihez igazodva az általános iskolát Zircen, Veszprémben és Várpalotán végezte, a gimnáziumot Székesfehérváron. 1968-ban a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karán szerzett bányaművelő mérnöki diplomát.

Végzés után a Várpalotai Szénbányászati Trösztnél helyezkedett el, mivel annak „társadalmi” ösztöndíjasaként tanult. Rövid Bánta-bányai üzemmérnökség után 1969-ben az akkor létesült várpalotai hidráló és brikettező üzem főtechnológusi posztjára helyezték át. Jelentős feladatokat látott el a megnövekedett brikett igények kielégítése érdekében végzett technológiai fejlesztésben és az üzemi kapacitás megtöbbszörözésében.

1972-ben vállalati átszervezés következtében S-II bányára került tervezőmérnöki beosztásba. Feladata volt az éves tervek készítése, az elővájások, frontok megtervezése, a vetőmegoldások kidolgozása, a technológia utasítások elkészítése. A munka mellett elvégezte a SZÁMOK által szervezett, diplomát nyújtó rendszerszervező, illetve folyamatszervező iskolát, és megvédte diplomáját. A szűrtólégveszélyes S-II-n közben kinevezték szellőztetési és tűzvédelmi felelősnek, valamint az üzemi bányamentés irányítójának.

A Középdunántúli Szénbányászati Tröszt és a várpalotai vállalat összevonásakor Veszprémben került bányamérési osztályvezető-helyettesként a vállalati szintű bányamérési, bányakár és tájrendezési munkák irányítására.

Az 1980-as évek végén elkezdődött, majd 1991-től felgyorsult a bányászat visszafejlesztése, melynek keretében a bányák bezárásával, tájrendezésével foglalkozott, mint műszaki csoportvezető. A létszámleépítések során 2002-ben előrehozott nyugdíjba ment.

*Bolyky Zoltán* az OMBKE-nek 1963-tól volt aktív tagja, a veszprémi helyi szervezet „fénykorában” a Knappentagok, a külföldi kirándulások és egyéb rendezvények szervezője. 2001-től haláláig a szervezet titkáráként szervezte



a helyi egyesületi életet, a hagyományok ápolását, a háttérvállalatok nélkül maradt csoport összetartását. Egyesületi munkájáért *Sóltz Vilmos*- (2003) és z. *Zorkóczy Samu*- (2005) *emlékérem* kitüntetésekben részesült.

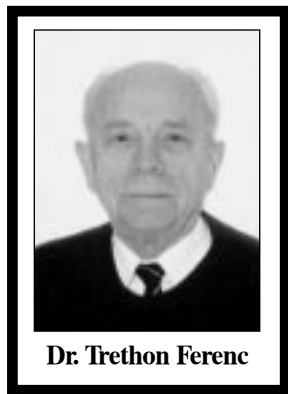
1987-ben és utána még kétszer súlyos, életmentő aorta műtötteken esett át, mégis váratlanul ért mindannyiunkat 2012 augusztusában bekövetkezett halála.

2012. augusztus 11-én Veszprémben ravatalánál a volt munkatársak nevében *Bács Péter*, a volt egyetemi társak nevében pedig *Magyar György* így búcsúzott Tőle: „...aggódtunk az 1987 óta nagy önfegyelmével viselt betegség miatt, és csodáltuk azt az akaratot, amivel példát adott abból, hogy az élet ilyen súlyos megpróbáltatásai ellenére is lehet valaki mindvégig nem csak tenni akaró, hanem műveket is alkotni tudó jó szakember, jó kolléga, jó barát, jó EMBER.” Koporsóját volt kollégái vitték végső nyughelyére, ahol a szertartás a Bányászhimnusz éneklésével fejeződött be.

MGy-PT

## Dr. Trethon Ferenc (1923–2012)

*Dr. Trethon Ferenc* évtizedek óta az OMBKE tagja volt, és szervezetileg az OMBKE Bányászati Szakosztály Budapesti Helyi Szervezetéhez tartozott. Minden évben születésnapján (szeptember 9.) köszöntöttem, és Ő mindig kedvesen válaszolt. Csodálkoztam, hogy idén nem kaptam meg Tőle a szokásos köszönetet. Teljesen váratlanul érintett *Gréti* telefonhívása, amikor közölte, hogy *dr. Trethon Ferenc* hosszú, súlyos, türelemmel viselt betegsége következtében 2012. szeptember 23-án elhunyt, a család határozott kérésére a temetés teljesen szűk körben történt.



Dr. Trethon Ferenc

Korábban tartottam a kapcsolatot Ferivel, sőt arról is beszélgettünk, hogy örömmel venném, ha az „Életút” sorozatomban az Ő anyaga is megjelenne. Ő azonban – szerintem – túl puritán volt, és ezt a kérést mindig halogatta. De mivel a beszélgetésünk során sok ismeretanyagot kaptam, feltétlenül szükségesnek tartom, hogy a lap olvasói értesülhessenek eltávozásáról, és e sorokkal is emlékezzünk meg a kiváló Emberről.

A Szent István Szakközépiskolában 71 évvel ezelőtt érettségizett és az iskola megalakulásának 125 éves jubileuma (2012. május 19.) alkalmából rendezett díszünnepségen visszaemlékezéseit el tudta mondani. Közgazdasági diplomáját 1947-ben kapta meg, majd később egyetemi doktori címet szerzett.

Életéről, munkásságáról több ezer információ olvasható az interneten. Kimagasló szakmai életének csúcspontjai: pénzügyminiszter-helyettes, majd 1977-től nyugdíjba vonulásáig munkaügyi miniszter volt. Sokat tett a magyar bányászat érdekében is.

Nagy tudását is bizonyítja, hogy nyugdíjas éveiben is aktív maradt: a Szervezés- és Vezetéstudományi Társaság (SZVT) elnökeként, a Veszprémi Egyetem docenseként, a Manager Képzés Alapítvány és a Harsányi István-díj pályázat bírálóbizottság elnökeként kitartó és áldozatos tevékenységet folytatott.

Emlékét tisztelettel megőriztük, nyugodjon békében! Utolsó Jó szerencsét!

Dr. Horn János

### Nyilvános ünnepi kari tanácsülés

2012. szeptember elején került sor a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar elsőéves hallgatóinak eskütételére és hallgatóvá fogadására. *Dr. Tihanyi László*, a kar dékánja ünnepi beszédében szólt arról, hogy a 2012/2013-as tanévben a sikeres felvételi eljárás keretében 225 fő nyert felvételt:

- a műszaki földtudományi alapszakra 104 fő,
- a környezetmérnöki alapszakra 24 fő,
- a földrajz alapszakra 28 fő,
- a hidrogeológus-mérnöki mesterszakra 14 fő,
- az olaj- és gázmérnöki mesterszakra 11 fő,
- az angol nyelvű petroleum engineering mesterszakra 9 fő,
- a bányá- és geotechnikai mesterszakra 11 fő,
- a környezetmérnöki mesterszakra 9 fő,
- a földtudományi mesterszakra 15 fő.

A nyilvános ünnepi kari tanácsülésen kitüntetések átadására is sor került.

2012-ben a Műszaki Földtudományi Kar Tanácsának dön-

tése értelmében *Pro Facultate Rerum Metallicarum* kari kitüntetésben részesült *Bock János* okleveles geofizikusmérnök, *dr. Komlóssy György* okleveles geológusmérnök és *Ósz Árpád* okleveles olajmérnök. A kitüntetéseket *Tihanyi László* dékán adta át.

A központi, egyetemi tanévnyitón a Műszaki Földtudományi Kar Tanácsának javaslata és a Miskolci Egyetem Szenátusának döntése alapján címzetes egyetemi docensi címet adományozott *dr. Nagy Lajos* okleveles bányamérnök, *Nagy Ervin* okleveles bányamérnök, okleveles gépészmérnök és *dr. Vízváry Dezső* okleveles gépészmérnök részére. A kitüntetéseket *Patkó Gyula* rektor adta át.

A tanévnyitón *Tihanyi László* dékán bejelentette, hogy a 2012. évi Bányásznap alkalmából *dr. Bokányi Ljudmilla* egyetemi docens és *dr. Dobróka Mihály* egyetemi tanár 35 éves, *dr. Lénárt László*, *dr. Ormos Tamás* egyetemi docens és *dr. Tihanyi László* 40 éves Bányász Szolgálati Oklevél kitüntetést vett át.

Dr. Horn János

## Fenntartható Természeti Erőforrás-gazdálkodás Kiválósági Központ, Környezet és Fenntartható Természeti Erőforrás-gazdálkodás Tudományos Műhely működése a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karán

DR. BÓHM JÓZSEF egyetemi docens, a tudományos műhely szakmai vezetője

Korunk talán legnagyobb kihívása a fenntartható fejlődés feltételeinek megteremtése és hosszú távú biztosítása. A fenntartható fejlődés három alappilléren nyugszik: a *szociális*, a *gazdasági* és a *környezeti* pilléreken. A különböző fejlesztési stratégiák, programok kidolgozása során, illetve a konkrét intézkedésekben, cselekvésekben az egymással szoros kapcsolatban lévő pilléreket együttesen, kölcsönhatásaik figyelembevételével kell mérlegelni. A *környezeti pillér* meghatározó elemei a *természeti erőforrások*, így a *termőföld*, a *víz*, az *ásványi nyersanyagok*, az *energiaforrások* és a *természeti környezet*. A természeti erőforrások egy része megújuló, jelentős része (pl. ásványi nyersanyagforrások, fosszilis energiahordozók) nem megújuló, ill. részben megújuló (pl. a termőföld). A természeti erőforrások esetében a fenntartható fejlődés elve megköveteli, hogy a megújuló természeti erőforrások felhasználásának mértéke legyen tekintettel a regenerálódási képességre, a nem megújuló erőforrások felhasználásánál a gazdaság legyen önkorlátozó és válósuljon meg az anyagok újrahasznosítása. A termelés és fogyasztás során keletkező és már nem hasznosítható hulladékok természetbeni elhelyezésénél tekintettel kell lennünk a környezet szennyezőanyag-befogadó (lebontó) kapacitására, képességére.

A Műszaki Földtudományi Kar (MFK) oktatási és kutatási-fejlesztési tevékenysége működésének eddigi 277 éve alatt meghatározóan a föld felépítésének, szerkezetének, fejlődésének megismerésére, a természeti erőforrások (ásványkincsek) felkutatására, kitermelésére és hasznosítására irányult.

A Kar – a több évszázados múltra és tapasztalatra építve – a 2005-ben megfogalmazott küldetési nyilatkozatában is rögzítette:

*„A Műszaki Földtudományi Kar a föld- és környezettudomány területén multidiszciplináris témakörökben, több tudományterületen, részben a természettudományok, részben a műszaki tudományok területéhez kapcsolódva oktatási, kutatási, fejlesztési és innovációs, szakmai továbbképzési, tudományos képzési feladatokat, szakmai-tudományos közéleti tevékenységet lát el regionális, országos és nemzetközi szinten egyaránt.*

*A Kar tradicionális feladata a fenntartható természeti erőforrás-gazdálkodás hosszú távú biztosításának igényét és lehetőségét figyelembe véve a szilárd, folyékony és gáznemű nyersanyagforrások (elsősorban a primer, másrészt a szekunder) felkutatása, kitermelése és előkészítése, azokkal való gazdálkodás, a kapcsolódó elméleti és gyakorlati ismeretek bővítése, fejlesztése, rendszerezése, átadása és a gyakorlati alkalmazások elősegítése.”*

Az MFK 2007-2013 időszakra elfogadott fejlesztési stratégiáját is a küldetési nyilatkozatban megfogalmazottak figyelembevételével alakította ki, és megfogalmazta, hogy a jövőben „Fenntartható természeti erőforrás-gazdálkodási oktató, kutató, innovációs, fejlesztő és szolgáltató feladatokat ellátó „FÖLD és KÖRNYEZET” tudásközpontként, kooperációs központként kíván működni.” Az előterjesztés a Műszaki Földtudományi Kar és az Alkalmazott Kémiai Kutatóintézet (ma: Alkalmazott Földtudományi Kutatóintézet) infrastruktúrájára és szellemi potenciáljára épülő Tudásközpont egyetemen belüli létrehozására már 2006-ban megtörtént. A javaslat megvalósítását a nemzetközi tapasztalatok mellett a felsőoktatásban végbemenő változások, továbbá a bányászati, a földtudományi területen korábban működő kutatóközpontok megszűnése, átalakulása, valamint a környezetvédelmi szempontok erősödése is indokolták. A kar szakmai-tudományos potenciáljának, kutatási infrastruktúrájának fejlesztése már ezeket a javaslatokat figyelembe véve valósult meg.

**Weir Minerals Europe**

A víztelenítő berendezések, a zagykezelési és zagyszállítási feladatok specialistája

## Időtálló Zagyberendezések

Kiváló megoldások  
Az ásványok  
Feldolgozásában



*Cavex® CVX  
Hidrociklon*



*Isogate® W5  
Zagyszelep*



**WARMAN®**  
Centrifugális zagyszivattyúk

**GEHO®**  
PD zagyszivattyúk

**LINATEX®**  
Gumitermékek

**VULCO®**  
Kopásálló malom bélések

**CAVEX®**  
Hidrociklonok

**FLOWAY® PUMPS**  
Turbinaszivattyúk

**ISOGATE®**  
Zagyszelepek

**MULTIFLO®**  
Bányavíztelenítő szivattyúk

**HAZLETON®**  
Speciális zagyszivattyúk

**LEWIS® PUMPS**  
Vegyszerszivattyúk

**WEIR MINERALS  
SERVICES™**

*Gemex®  
Ékszíjlesztés*



*Linatex® Törmlők*



*Linatex® Sziták*



*Linatex® Gumilemezek*



### **Weir Minerals Hungary Kft.**

Tatabánya  
Győri út 43.  
H-2800  
Magyarország

Tel.: +36 34 314 794  
Fax: +36 34 314 791  
sales.hu@weirminerals.com  
www.weirminerals.com/hungary



A WARMAN a Weir Minerals Australia Ltd és a Weir Group African IP Ltd bejegyzett védjegye; a CAVEX, HAZLETON, MULTIFLO a Weir Minerals Australia Ltd bejegyzett védjegye; a LEWIS PUMPS az Envirotech PumpSystems Inc bejegyzett védjegye; a GEHO a Weir Minerals Netherlands bv bejegyzett védjegye; a FLOWAY a Weir Floway Inc. bejegyzett védjegye; a VULCO a Vulco SA bejegyzett védjegye; az ISOGATE a Weir do Brasil Ltda. bejegyzett védjegye; a LINATEX a LINATEX Ltd bejegyzett védjegye.